

# Física II



Cuarto semestre



*La Patria* (1962),  
Jorge González Camarena.

Esta obra ilustró la portada de los primeros libros de texto. Hoy la reproducimos aquí para mostrarte lo que entonces era una aspiración: que estos libros estuvieran entre los legados que la Patria deja a sus hijos.

Estimada, estimado estudiante del Telebachillerato Comunitario, este libro fue elaborado pensando en ti, forma parte de una colección que incluye todas las asignaturas del plan y los programas de estudio.

En su elaboración participaron profesionales y especialistas en distintas disciplinas, quienes tomaron en cuenta tus necesidades e inquietudes. En estos libros hallarás contenidos y actividades que contribuirán a que logres un mejor desempeño ahora que cursas la Educación Media Superior.

Tenemos la certeza de que con los materiales didácticos del Telebachillerato Comunitario, con el apoyo de tus maestras, maestros y con tu propio esfuerzo, tendrás un mejor aprovechamiento escolar y contribuirás al bienestar de tu comunidad y de México.

Te deseamos éxito en esta importante etapa de tu formación.

**DISTRIBUCIÓN GRATUITA, PROHIBIDA SU VENTA**

# Física II



**Telebachillerato Comunitario. Cuarto semestre**

**Física II**

**Secretaría de Educación Pública**

Aurelio Nuño Mayer

**Subsecretaría de Educación Media Superior**

Rodolfo Tuirán Gutiérrez

**Dirección General del Bachillerato**

Carlos Santos Ancira

**Autora**

Luz del Carmen Llamas Casoluengo

**Asesoría académica**

Marcos Jesús Núñez Linares

**Asesoría técnico-pedagógica**

Dirección de Coordinación Académica

**Diseño y diagramación**

Saúl Ríos Bernáldez

D.R. Secretaría de Educación Pública, 2015 ©

Argentina 28, Centro, 06020, México, D.F.

ISBN: 978-607-9463-04-5

Impreso en México

# Prefacio

Estimado estudiante, el libro que tienes en tus manos fue elaborado pensando en ti, en tus necesidades e inquietudes, como un instrumento que te apoye ahora que estudias el bachillerato. En sus páginas encontrarás contenidos y actividades fundamentales para que, paso a paso, puedas alcanzar las metas que esta asignatura te propone para este semestre.

A ti te toca, ahora, sacarle el mayor provecho a este libro, que es fruto del esfuerzo de un grupo de profesores y especialistas. Si lo haces tu amigo, lo aprovechas al máximo y lo combinas con el apoyo de tu maestro y de los demás recursos didácticos que están a tu alcance, seguramente ampliarás tus competencias y habilidades para construir un mejor futuro para ti y contribuir al desarrollo de tu comunidad, de tu estado y de nuestro México.

Te deseamos éxito en esta importante etapa de tu formación: el bachillerato.

# Tabla de contenido

## Física II

Presentación general . . . . .	7
¿Cómo está estructurado este libro? . . . . .	9
¿Con que conocimientos cuentas? . . . . .	14

### Bloque I. Explicas el comportamiento de los fluidos

<b>Identificas las diferencias entre los fluidos y los sólidos a partir de sus propiedades físicas . . . . .</b>	<b>23</b>
<b>Propiedades físicas que caracterizan a los fluidos . . . . .</b>	<b>25</b>
<b>La hidráulica y los fluidos . . . . .</b>	<b>29</b>
Presión . . . . .	30
Presión de un fluido. . . . .	31
Presión atmosférica. . . . .	34
Presión absoluta . . . . .	35
Principio de Arquímedes. . . . .	37
Principio de Pascal . . . . .	39
Ecuación de continuidad . . . . .	44
Ecuación de Bernoulli . . . . .	46
Teorema de Torricelli . . . . .	48

### Bloque II. Identificas la diferencia entre calor y temperatura

<b>El calor y la temperatura . . . . .</b>	<b>62</b>
Escala de temperatura . . . . .	64
¿Qué es el calor?. . . . .	69
<b>Dilatación de los cuerpos . . . . .</b>	<b>72</b>

Dilatación lineal . . . . .	72
Dilatación superficial . . . . .	74
Dilatación volumétrica . . . . .	75
Dilatación irregular del agua . . . . .	77
<b>Capacidad calorífica . . . . .</b>	<b>79</b>
Calor específico. . . . .	80
<b>Cambios de fases. . . . .</b>	<b>82</b>
Calor latente de un cambio de fase. . . . .	83
Calor cedido y absorbido de los cuerpos . . . . .	84
<b>Cambio climático . . . . .</b>	<b>86</b>

## Bloque III. Comprendes las leyes de la electricidad

<b>Antecedentes históricos de la electricidad . . . . .</b>	<b>98</b>
<b>Conceptos básicos de la electricidad . . . . .</b>	<b>100</b>
Clasificación de los materiales . . . . .	105
<b>Ley de Coulomb. . . . .</b>	<b>106</b>
<b>Campo eléctrico e intensidad del campo eléctrico. . . . .</b>	<b>111</b>
Intensidad del campo. . . . .	111
<b>Conoces la electrodinámica . . . . .</b>	<b>114</b>
Tipos de corriente. . . . .	115
Resistencia eléctrica . . . . .	117
La potencia eléctrica . . . . .	121
La energía . . . . .	122
<b>Circuito eléctrico . . . . .</b>	<b>124</b>
<b>Efecto Joule . . . . .</b>	<b>131</b>

# Tabla de contenido

## Bloque IV. Relaciones la electricidad con el magnetismo

<b>Magnetismo</b> . . . . .	<b>.141</b>
Magnetismo en la vida diaria . . . . .	.141
Imanes . . . . .	.142
Cuerpos que no son imanes . . . . .	.143
Polos magnéticos. . . . .	.145
Características de los imanes . . . . .	.147
<b>Electromagnetismo</b> . . . . .	<b>.148</b>
Campo magnético . . . . .	.149
Campo magnético producido por una corriente eléctrica. . . . .	.150
Campo magnético en el centro de una espira . . . . .	.152
Campo magnético para un solenoide o bobina. . . . .	.154
<b>Glosario</b> . . . . .	<b>.162</b>
<b>Apéndice 1</b> . . . . .	<b>.164</b>
<b>Apéndice 2</b> . . . . .	<b>.189</b>
<b>Referencias bibliográficas</b> . . . . .	<b>.190</b>

# Presentación general

El libro **Física II** es un apoyo didáctico más, que complementa el desarrollo del estudio de campo de las Ciencias Naturales. Con la organización de los contenidos, la metodología, los ejercicios prácticos y los productos de aprendizaje busca despertar tu interés en la resolución de problemas cotidianos, así como el desarrollo de las competencias para aplicar procesos científicos a muchas de las situaciones que se te presentan a diario.

Con este material podrás adquirir las siguientes competencias:

- Comprender los conceptos, leyes, teorías y modelos de la Física para aplicarlos a la vida cotidiana.
- Desarrollar el pensamiento crítico y valorar las aportaciones de la Física reconociendo su carácter dinámico y cambiante.
- Desarrollar la capacidad de analizar y reconocer el lenguaje técnico de la Física.
- Mostrar curiosidad, necesidad de verificar los hechos a partir de la experimentación y el trabajo en equipo.

La asignatura Física II se ubica en el cuarto semestre del plan de estudio educativo de bachillerato general que ha establecido la Secretaría de Educación Pública (SEP). Esta asignatura pertenece al campo disciplinar de la ciencia experimental del componente básico del Marco Curricular Común de la Reforma de Educación Media Superior (REMS).

Esta asignatura permite el trabajo disciplinario, ya que tiene una relación directa con las asignaturas Matemáticas I, Matemáticas II, Matemáticas III, Biología I, Biología II y Física I.

Para que el resultado final responda a todas estas expectativas, te invitamos a aprovechar al máximo este libro, integrado por una serie de contenidos, ejercicios y actividades de aprendizajes a través de los cuales desarrollarás los conocimientos, habilidades y actitudes para crecer como persona y ser un ciudadano competente y exitoso.



## ¿Qué es una competencia?

En el contexto educativo, una competencia se define como “la integración de habilidades, conocimientos y actitudes en un contexto específico” (Acuerdo 442, Secretaría de Educación Pública, 2008).

En el Bachillerato General se busca consolidar y diversificar los aprendizajes y desempeños, ampliando y profundizando el desarrollo de competencias relacionadas con el campo disciplinar de las **Ciencias Naturales**, que promueve la asignatura **Física II**. Ésta buscará el desarrollo de las **11 competencias genéricas** y se pondrá énfasis particular en las que se resaltan con negritas:

- 1. Se conoce y valora a sí mismo y aborda problemas y retos teniendo en cuenta los objetivos que persigue.**
2. Es sensible al arte y participa en la apreciación e interpretación de sus expresiones en distintos géneros.
- 3. Elige y practica estilos de vida saludables.**
- 4. Escucha, interpreta y emite mensajes pertinentes en distintos contextos mediante la utilización de medios, códigos y herramientas apropiados.**
5. Desarrolla innovaciones y propone soluciones a problemas a partir de métodos establecidos.
- 6. Sustenta una postura personal sobre temas de interés y relevancia general, considerando otros puntos de vista de manera crítica y reflexiva.**
- 7. Aprende por iniciativa e interés propio a lo largo de la vida.**
8. Participa y colabora de manera efectiva en equipos diversos.
- 9. Participa con una conciencia cívica y ética en la vida de su comunidad, región, México y el mundo.**
- 10. Mantiene una actitud respetuosa hacia la interculturalidad y la diversidad de creencias, valores, ideas y prácticas sociales.**
- 11. Contribuye al desarrollo sustentable de manera crítica, con acciones responsables.**

Las **competencias disciplinares**, que son las habilidades que debes desarrollar y lo que tienes que aprender dentro del campo del conocimiento y la asignatura, se enunciarán al principio de cada bloque y te servirán para identificar tu aprendizaje.

# ¿Cómo está estructurado este libro?



## Inicio de cada bloque

Al inicio de cada bloque encontrarás una breve introducción para acercarte al contenido, las competencias disciplinares y los desempeños que se obtendrán a partir de las actividades y los productos de aprendizaje.

**Bloque I** Explicas el comportamiento de los fluidos

### Introducción

Desde la educación básica te han comentado que en la naturaleza la materia se encuentra en tres estados; sólido, líquido y gaseoso. Por ejemplo, cuando destapas un refresco escuchas cómo sale el gas; al servir el líquido en un vaso, lo observas fluir; si deseas enfriarlo, agregas hielo y te darás cuenta que después de cierto tiempo éste se funde.

Cuando arrojas una moneda a una fuente de agua, ésta se hunde; pero si arrojas un trozo pequeño de madera, flota. ¿Por qué sucede esto? Para responder esta pregunta te invito a conocer acerca del comportamiento de los fluidos, tema que se desarrollará a lo largo de este bloque.



Explicas el comportamiento de los fluidos

### ¿Qué aprenderás y cómo organizarás tu estudio?

**Bloque I**

Tiempo **20** horas

**Contenidos curriculares que se abordan**

1. Hidráulica
2. Hidrostática
3. Hidrodinámica

**Evaluación del aprendizaje**

Durante este bloque realizarás 5 actividades de aprendizaje y una de autoevaluación, con las cuales evidenciarás la adquisición de las competencias específicas:

- Actividad 1. Identificación de las diferencias entre los fluidos y los sólidos a partir de sus propiedades físicas.
- Actividad 2. Problemas sobre las propiedades físicas que caracterizan a los fluidos.
- Actividad 3. La hidráulica y los fluidos.
- Actividad 4. Principio de Arquímedes y principio de Pascal.
- Actividad de aprendizaje 5. Experimentación.
- Autoevaluación

**Competencias disciplinares que se desarrollan**

- Establece la interrelación entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente en contextos históricos y sociales específicos.
- Fundamenta opiniones sobre los impactos de la ciencia y la tecnología en su vida cotidiana, asumiendo consideraciones éticas.
- Identifica problemas, formula preguntas de carácter científico y plantea las hipótesis necesarias para responderlas.
- Obtiene, registra y sistematiza la información para responder a la pregunta de carácter científico, consultando fuentes relevantes y realizando experimentos pertinentes.
- Contrasta los resultados obtenidos en una investigación o experimento con hipótesis previas y comunica sus conclusiones.
- Valora las preconcepciones personales o comunes sobre diversos fenómenos naturales a partir de evidencias científicas.
- Explicita las nociones científicas que sustentan los procesos para la solución de problemas cotidianos.
- Valora las preconcepciones personales o comunes sobre diversos fenómenos naturales a partir de evidencias científicas.

# ¿Cómo está estructurado este libro?



## Desarrollo del bloque

En cada uno de los bloques encontrarás el contenido general y disciplinar para aproximarte desde tu experiencia al tema de la Física.

A lo largo del bloque se intercalan estrategias didácticas de aprendizaje y evaluación, como organizadores, ilustraciones, ejemplos y preguntas activadoras. También encontrarás actividades y anécdotas relacionadas con los contenidos y las competencias a desarrollar, además de algunos apoyos de estudio como cápsulas con datos interesantes y cuadros al margen del texto para reforzar tu aprendizaje, por ejemplo:

1. **Datos y textos interesantes**, que apoyarán la comprensión de los temas.
2. **Glosario**, que incluye definiciones y términos para apoyar la comprensión.

**Bloque II** Identificas diferencias entre calor y temperatura

La transferencia de calor entre los cuerpos, se realiza de tres formas diferentes:

- 1 **Conducción**  
Es el proceso mediante el cual el calor se transfiere directamente a través de un material, sin ningún movimiento neto del material. Por ejemplo, si acercas una varilla de metal a una flama, el calor que la flama emite se conduce al metal y éste a tu mano.
- 2 **Radiación**  
Es el proceso por el que los cuerpos emiten energía que puede propagarse por el vacío. La energía radiante se transporta mediante ondas electromagnéticas. Por ejemplo, por la radiación nos llega el calor del sol, así como también por la radiación podemos sentir el calor que se desprende de un foco encendido si acercamos la mano.
- 3 **Convección**  
Es el proceso por el cual el calor se transfiere a través de un fluido por el movimiento del mismo. Por ejemplo, cuando se pone a calentar un recipiente con agua, ésta al calentarse en la parte inferior se dilata y disminuye su densidad, por lo que el agua caliente asciende y transporta así el calor de la parte inferior a la parte superior, generando un movimiento interno de las partículas.

**Sabías que...**  
El agua apaga el fuego porque absorbe el calor. Para que esto suceda se necesitan tres elementos: el combustible, el oxígeno y el calor. Si uno de éstos desaparece, el fuego se apaga. El agua absorbe el calor para pasar a un estado líquido al gaseoso y por esta razón el fuego se apaga.

Las tres formas de transmisión del calor:

Comprendas las leyes de la electricidad

- Calor mediante resistencias como las parrillas y hornos eléctricos.
- Movimiento mediante motores que transforman la energía eléctrica en mecánica como la licuadora.
- Señales mediante sistemas electrónicos como los circuitos electrónicos de celulares, computadoras, televisores y cualquier aparato electrónico.

Por otra parte, la Electricidad es una rama de la Física que estudia todos los fenómenos relacionados con las cargas eléctricas en reposo o movimiento. Para su estudio se divide en:

Electricidad	Electroestática	Rama de la electricidad que se encarga de estudiar las cargas eléctricas en reposo.
	Electrodinámica	Estudia los fenómenos relacionados con las cargas eléctricas en movimiento.

La carga eléctrica es una propiedad fundamental de la materia y base de todos los fenómenos de interacción eléctrica. Se representa con la letra  $q$ .

Las cargas eléctricas son de dos tipos:

Tipos de carga

- Positiva (+)
- Negativa (-)

**Atención:** cargas eléctricas de diferente signo se atraen.  
**Repulsión:** cargas eléctricas del mismo signo se repelen o rechazan.

# ¿Cómo está estructurado este libro?

3. **Biografías**, historias de vida que darán testimonio de los temas tratados.

4. **Imágenes** para visualizar mejor situaciones concretas.

## Bloque I

Explicas el comportamiento de los fluidos

Solución:

Datos (1)	Ineógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ $P = 40000 \text{ Pa}$ $g = 9.8 \text{ m/s}^2$	$h$	$P = \rho g h$ $h = \frac{P}{\rho g}$	$h = \frac{40000 \text{ Pa}}{(9.8 \text{ m/s}^2)(1000 \text{ kg/m}^3)} = 4.081 \text{ m}$
<p>Solución (5)</p> <p>Juan le dice a Luis que tendrá que comprar una bomba, ya que la altura máxima a la que sube el agua es 4.081 m</p>			

### Presión atmosférica

Se llama atmósfera (del griego *atmos*, aire o gas, y *sfera*, esfera), a la capa de aire que envuelve a la Tierra y que es indispensable para la vida animal y vegetal. La presión atmosférica es la presión que ejerce el aire, por su peso, sobre los cuerpos físicos que se están en contacto con él.

Esta presión, de acuerdo con el principio fundamental de la hidrostática, cambia dependiendo la altura, por lo que el valor varía; por ejemplo, en la ciudad de Puebla es diferente que en la de Veracruz. Los instrumentos que se utilizan para medir la presión atmosférica se llaman **barómetros** y **altímetros**.



### Breve biografía de Evangelista Torricelli

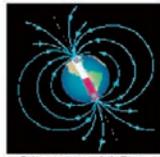
(1608-1647). Físico-matemático inventor del barómetro. Fue el primero en medir la presión atmosférica mediante un experimento a nivel del mar: agregó mercurio en un tubo de vidrio de un metro de largo y lo invirtió en una cubeta llena de mercurio; la columna de mercurio descendió a unos 760 mmHg de altura, permaneciendo constante, y Torricelli concluyó que la caída se debía a la presión atmosférica sobre la superficie del mercurio, y que 1 atm = 760 mmHg.



## Bloque IV

Relacionas la electricidad con el magnetismo

Las fuerzas magnéticas que se observan en la superficie de la Tierra actúan como si fueran producidas por un gigantesco imán cuyos polos se encuentran situados cerca de los polos geográficos, aunque no coinciden con ellos.



Polos magnéticos de la Tierra.



El extremo norte de la brújula es atraído hacia el polo norte de la Tierra (polo sur magnético).

El polo norte magnético de la Tierra se llama así porque atrae el extremo norte de los dipolos magnéticos que utilizamos como brújulas. Pero como el extremo norte de la brújula es atraído por éste, el polo norte de la Tierra es en realidad un polo sur magnético.

### Electromagnetismo

El **electromagnetismo** es la parte de la Física que se encarga estudiar al conjunto de fenómenos que resulta de la acción mutua de la electricidad y el magnetismo.

Nace como una rama de la Física gracias a un experimento de Oersted en 1820, quien observó una relación entre electricidad y magnetismo consistente en que cuando colocaba la aguja de una brújula cerca de un cable por el que circulaba corriente, ésta experimentaba una desviación.



Experimento de Oersted. Al pasar corriente eléctrica, las agujas imantadas de la brújula se desvían, alineándose en dirección al cable.

Hans Christian Oersted (1777-1851).

# ¿Cómo está estructurado este libro?



## Simbología que facilitará tu proceso de aprendizaje

### Diseño instruccional



Para iniciar, reflexiona



Aprende más



Actividad de aprendizaje

### Aposos para reforzar el aprendizaje



Glosario



Reflexionemos sobre la actividad



Sabías que...



## Cierre del bloque

Al terminar cada tema se ofrece un breve resumen y se propone una actividad que te permita evaluar qué tanto has avanzado y qué áreas de oportunidad tienes. Tendrás que analizar, investigar, reflexionar y argumentar sobre lo aprendido.

El libro incluye actividades de aprendizaje para que puedas autoevaluar tu desempeño en el logro de las competencias; al finalizar cada actividad puedes consultar la retroalimentación que se encuentra en el apéndice al final del libro. Ten presente que el trabajo realizado deberás asentarlos en una evidencia que irás recopilando en tu cuaderno para que tu maestro pueda evaluarte.

**Bloque IV** Relacionas la electricidad con el magnetismo

---

**Cierre del bloque IV**

Reflexiona sobre lo aprendido

En este bloque se expusieron los temas relacionados con el magnetismo y se vincularon con la electricidad. Se mostraron las características de los imanes, sus diferentes tipos y la importancia que tienen en la comprensión de la fuerza magnética, para ello se consideraron los siguientes subtemas:

El magnetismo es el resultado del movimiento de los electrones en los átomos de las sustancias. Por lo tanto, es un efecto producido por el movimiento de las partículas cargadas y está estrechamente relacionado con la electricidad.

Se analizaron las propiedades de los materiales magnéticos basadas en su composición, lo que permitió realizar la clasificación de los imanes. Se comprendió la utilidad del electromagnetismo, así como las interacciones electromagnéticas, las cuales se originan a partir de una propiedad de los cuerpos: la carga eléctrica, la cual indica que los cuerpos pueden tener un exceso o déficit de cargas negativas. Si las cargas están en reposo, las fuerzas actuantes se llaman electrostáticas, si están en movimiento, las fuerzas actuantes se llaman electromagnéticas.

El electromagnetismo es la parte de la Física que se encarga de estudiar al conjunto de fenómenos que resultan de las acciones mutuas entre las corrientes eléctricas y el magnetismo. Antiguamente se pensaba que no existía ninguna relación entre los fenómenos magnéticos y eléctricos, pero a principios del siglo XIX, los trabajos del investigador Hans Christian Oersted, contribuyeron a demostrar esa interacción entre la electricidad y el magnetismo. El origen de los fenómenos electromagnéticos es la carga eléctrica: una propiedad de las partículas elementales que las hacen atraerse (si tienen signos opuestos) o repelerse (si tienen signos iguales).

A partir de las leyes del electromagnetismo se analizaron situaciones relacionadas con el campo eléctrico en un conductor recto con corriente, en un conductor en forma de espira así como para un solenoide o bobina con corriente.

Autoevaluación

**Instrucciones:** Resuelve los siguientes ejercicios. Realiza las anotaciones necesarias en tu cuaderno con orden y limpieza. Registra y reflexiona tus respuestas para que después las compares con tus compañeros de clase, escucha y respeta las aportaciones de los demás para mejorar tu trabajo.

160

Relacionas la electricidad con el magnetismo

---

1. ¿Qué es el magnetismo?
2. Define qué es el campo magnético.
3. ¿Cuántos tipos de imanes conoces? ¿Cuáles son?
4. ¿Cómo puedes demostrar la presencia de un campo magnético?
5. ¿Cuáles son las fuentes del magnetismo?
6. ¿Cómo se clasifican las sustancias magnéticas y cuáles son sus características?
7. Investiga y describe los tipos de motores eléctricos.
8. ¿Cómo se define el flujo magnético?

161

Aprovecha cada pregunta, el contenido, las actividades, ya que cada una incidirá en tu crecimiento personal, familiar y social. Trabaja con tu profesor y con tus compañeros, acércate a ellos, resuelvan dudas y aprendan juntos; date la oportunidad de construir con ellos este viaje. Esperamos que el curso sea interesante y fructífero.

# ¿Con qué conocimientos cuentas?

## Evaluación diagnóstica

El propósito de esta sección es identificar los conocimientos, habilidades y actitudes que posees en función de las expectativas planteadas en la asignatura Física II. Dependiendo de los resultados de esta evaluación, se definirán las estrategias para acortar la brecha entre tus conocimientos antecedentes y los necesarios para acceder a los nuevos.

**Instrucciones:** Lee las indicaciones de los siguientes ejercicios, realiza las actividades que se piden, registra las soluciones en tu cuaderno con orden y limpieza. Posteriormente presenta la evaluación a tu profesor.

### I. Conocimiento matemático

1. Resuelve las operaciones indicadas.

a)  $(-6) + (5) - (-4) =$  .....

b)  $(8) (5) (-4) =$  .....

c)  $\frac{(-2)(9) + (-8)}{-2} =$  .....

d)  $(-3)(-3)^3 + \frac{-6}{+2} - (-4) =$  .....

2. Determina el valor de  $x$  en cada caso, considera que  $a = 8$   $b = -2$   $c = -1$ .

a)  $x = a + b + 2c$

b)  $3ax = \frac{2ab}{c}$

$x =$  .....

$x =$  .....

3. Despeja la fórmula para la variable indicada.

a)  $V = IR$   $R = ?$  .....

b)  $G = \frac{V}{t}$   $t = ?$  .....

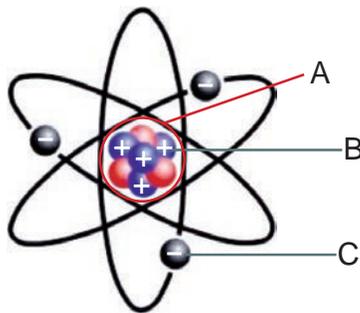
c)  $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$   $R = ?$  .....

## II. Conceptos de Física

4. Relaciona las siguientes columnas escribiendo en el paréntesis la letra que corresponda.

- |              |   |
|--------------|---|
| ( ) Líquido  | a) Tiene carga positiva.                          |
| ( ) Sólido   | b) Posee volumen definido pero no forma definida. |
| ( ) Gas      | c) Tiene carga negativa.                          |
| ( ) Electrón | d) Posee tanto forma como volumen definido.       |
| ( ) Protón   | e) No posee volumen definido ni forma definida.   |

5. Identifica las partes de un átomo.



A = .....

B = .....

C = .....

6. Responde las siguientes preguntas.

a) ¿A qué temperatura hierve el agua?

.....

b) Si guardas un refresco de envase de plástico y uno de lata (aluminio); ¿cuál se enfría más rápido? Explica tu respuesta.

.....

.....

c) Escribe dos características de los imanes.

.....

.....

# ¿Con qué conocimientos cuentas?

7. Identifica los diferentes tipos de energía que se utilizan en tu entorno. Te recomiendo utilizar las palabras del recuadro.



Solar	Química	Térmica	Magnética	Luminosa
	Eléctrica	Eólica	Hidráulica	

8. La siguiente información de la tabla fue obtenida de las especificaciones de los aparatos eléctricos y nos permite conocer cuál consume más o menos energía, lo cual está expresado en unidades de watt y equivale a la potencia y se puede relacionar con la energía.

¿Cuánto cuesta usar la energía en un día?				
Aparato	Potencia (Kwatt)	Horas	Consumo por día (Potencia · tiempo)	Costo por día Costo = (precio del kilowatt)(energía consumida)
Licadora	0.4	10 min = 0.1666 h	0.06664 Kwatt-h	\$0.05457
Bomba de agua	0.4	20 min = 0.333 h		
Televisión	0.050	6 h		
Foco	0.100	5 h		
<b>Total</b>				

\*Precio del kilowatt = \$0.819

## ¿Con qué conocimientos cuentas?

- a) Completa la tabla y determina el costo de la energía total en un día.
- b) Suponiendo que todos los días consumes la misma cantidad de energía ¿Cuánto pagarás al mes?

.....

- c) ¿Cómo puedes contribuir a disminuir el gasto de energía?

.....

.....

### III. Actitudes

9. Cuando te solicitan trabajar en equipo, tu participación es:

- a) Excelente
- b) Buena
- c) Regular
- d) Indiferente



# Bloque I

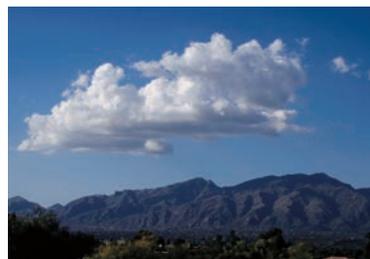
Explicas el comportamiento  
de los fluidos



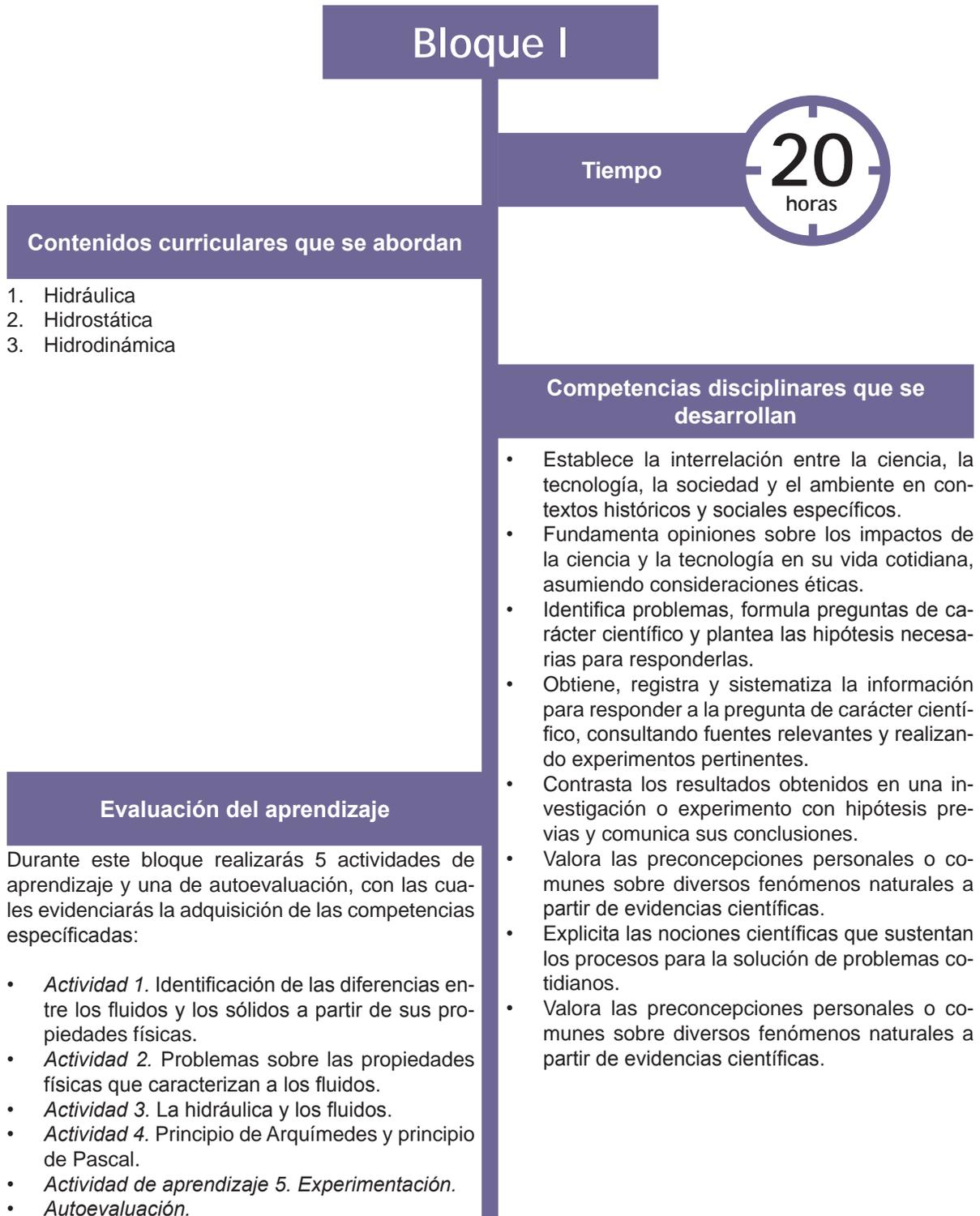
### Introducción

Desde la educación básica te han comentado que en la naturaleza la materia se encuentra en tres estados; sólido, líquido y gaseoso. Por ejemplo, cuando destapas un refresco escuchas cómo sale el gas; al servir el líquido en un vaso, lo observas fluir; si deseas enfriarlo, agregas hielo y te darás cuenta que después de cierto tiempo éste se funde.

Cuando arrojas una moneda a una fuente de agua, se unde; si arrojas un trozo pequeño de madera, flota. ¿Por qué sucede esto? Para responder esta pregunta te invito a conocer acerca del comportamiento de los fluidos, tema que se desarrollará a lo largo de este bloque.



# ¿Qué aprenderás y cómo organizarás tu estudio?

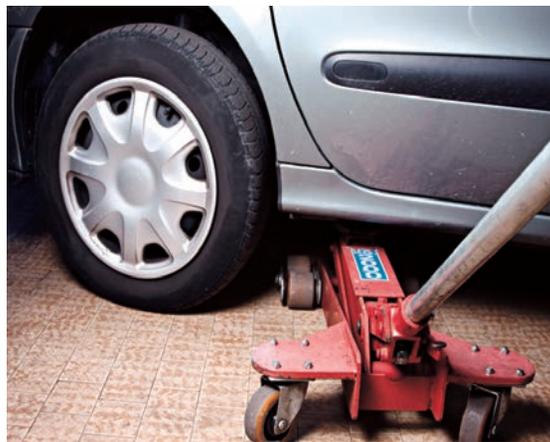




## Para iniciar, reflexiona

Carlos fue a visitar a su primo Juan a su taller mecánico, y quedó sorprendido al ver que en diferentes áreas se tenían equipos y máquinas que funcionaban con corriente eléctrica y que otras operaban manualmente; en ese momento Carlos se preguntó a qué se debía eso, así que no esperó en resolver su duda y se acercó a su primo para preguntarle. Juan le iba a contestar a Carlos, pero llegó un cliente y pidió que le revisaran una llanta, así que Juan le pidió a uno de sus empleados que trajera el gato hidráulico. Al escuchar Carlos el nombre del aparato le preguntó a Juan: ¿por qué se llama hidráulico?, él le respondió que se le llama hidráulico porque su funcionamiento se debe a la presión de un fluido. Carlos hizo una cara de sorpresa y le pidió que se lo explicara de otra forma, así que Juan le dijo que pusiera atención a los pasos que hace su empleado y lo primero que vio es que el empleado colocó el aparato debajo del auto y posteriormente cerró la **válvula** del aire y empezó a bombear el pedal de manera manual, esto hizo que el pistón se levantara y empezara a subir el auto, el empleado siguió hasta que la llanta se despegó del piso. En ese momento aflojó las tuercas y quitó la llanta para llevarla a un tanque de agua y verificar si estaba ponchada. En el tanque observó que se generaban burbujas y el empleado comentó que eran causadas por el aire que salía de la llanta.

¿Cómo te imaginas que funciona el gato hidráulico? Y ¿a qué se debe la formación de burbujas?



**Válvula:** mecanismo que impide el retroceso de un fluido que circula por un conducto.



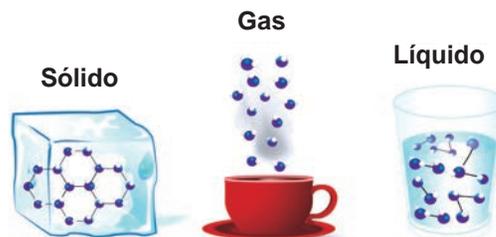
## Aprende más

### Identificas las diferencias entre los fluidos y los sólidos a partir de sus propiedades físicas

La materia constituida por todo lo que ocupa un lugar en el espacio y tiene masa se aprecia en la naturaleza en sus *estados de agregación*. Los estados de agregación más comunes y fáciles de identificar en nuestro alrededor son *sólido*, *líquido* y *gaseoso*, como por ejemplo en un trozo de hielo, en el agua.

De acuerdo con la teoría cinético-molecular, la materia está formada por partes infinitamente pequeñas, denominadas partículas o moléculas; y el estado de agregación o estado físico de una sustancia, depende entre otros factores, de la fuerza de atracción (cohesión) y de repulsión que estas partículas o moléculas ejercen entre sí.

Los *sólidos* se caracterizan porque las partículas que los componen están muy cercanas entre sí, y en posiciones más o menos fijas; esto hace que la distancia entre las partículas prácticamente no varíe, debido a que las fuerzas de atracción son muy intensas y las partículas sólo tienen libertad para realizar pequeñas vibraciones y por eso los sólidos tienen forma y volumen definidos.



Estados fundamentales de la materia.

Las moléculas de los *líquidos* se pueden mover libremente debido a que la fuerza de atracción son más débil que en los sólidos, lo que permite que tengan mayor libertad de rotación y traslación, además de la vibración.

En los *gases*, la distancia entre las partículas aún es mayor que en los líquidos. Se puede decir que las moléculas experimentan muy poca fuerza de atracción y mayor energía cinética. Debido a eso, las moléculas se mueven por todas partes y fluyen con entera libertad. Por esta razón son capaces de llenar cualquier recipiente que las contenga y por esto los gases no tienen forma ni volumen definido. Los líquidos y los gases tienen la propiedad de fluir, es decir, ante una mínima fuerza que se les aplique, porciones de ellos se desplazan sobre las porciones restantes del material.

Se denomina *fluido* a todo cuerpo cuyas moléculas tienen poca fuerza de atracción entre sí y toma siempre la forma del recipiente en donde está contenido.



## Actividad de aprendizaje 1

**Instrucciones (1):** A continuación se enlistan características de los tres estados fundamentales de la materia. Escribe en el paréntesis una S si corresponde a los sólidos, una L si corresponde a líquidos y una G si se refiere a gases.

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Incompresibles                             | <input type="checkbox"/> Partículas separadas con movimiento libre. |
| <input type="checkbox"/> No tienen forma definida.                  | <input type="checkbox"/> No fluyen.                                 |
| <input type="checkbox"/> Ocupa el volumen del recipiente.           | <input type="checkbox"/> Posee volumen determinado.                 |
| <input type="checkbox"/> Las partículas se encuentran muy cercanas. | <input type="checkbox"/> Son expandibles.                           |
| <input type="checkbox"/> Partículas próximas con movimiento libre.  | <input type="checkbox"/> Tienen forma definida.                     |

**Instrucciones (2):** Responde lo que se pide.

En el cuerpo humano existen diferentes sustancias líquidas, escribe tres ejemplos.



*Para verificar los logros obtenidos en esta actividad y realizar tu autoevaluación consulta la sección de Retroalimentación al final del libro.*



Reflexionemos sobre la actividad

### ¿De qué te das cuenta?

¿Por qué los gases no conservan su forma? ¿Qué pasaría si el pizarrón no fuera sólido? Escribe tus conclusiones.

.....

.....



## Aprende más

### Propiedades físicas que caracterizan a los fluidos

¿Por qué al colocar cuidadosamente una aguja en la superficie del agua ésta flota y al mover el agua se hunde? ¿Por qué cuando juntas aceite y agua no se unen? ¿Por qué algunos líquidos se derraman más rápido que otros? Las *propiedades de los fluidos* dan respuesta a estas curiosas preguntas.

**Tensión superficial.** Es causada por la fuerza de atracción que ejercen las moléculas que se encuentran en la superficie de un líquido y esto hace que éste se comporte como una finísima membrana elástica que puede soportar el peso de un cuerpo muy ligero. La tensión superficial del agua es la responsable de que las gotas pequeñas sean esféricas y que la superficie libre del agua soporte el peso de insectos pequeños como por ejemplo un mosquito.



Tensión superficial.

**Cohesión.** Es la fuerza de atracción entre partículas que mantiene unidas las moléculas de una misma sustancia, por ejemplo, si unimos dos gotas de agua o dos gotas de mercurio se forma una sola.



Cohesión

**Adhesión.** Es la propiedad de la materia por la cual se unen dos superficies de sustancias iguales o diferentes cuando entran en contacto, y se mantienen unidas por fuerzas intermoleculares, por ejemplo, las gotas de agua en el parabrisas de un automóvil.



Adhesión.

**Viscosidad.** Es la propiedad que tienen los fluidos de oponer resistencia a fluir, por ejemplo, la miel tiene una mayor viscosidad que la leche.



Viscosidad.



Capilaridad.

**Capilaridad.** Es una propiedad física de los líquidos que depende de su tensión superficial, se presenta cuando existe contacto entre un líquido y una pared sólida especialmente si son tubos muy delgados, por ejemplo del ascenso de la savia de los árboles hasta sus hojas.

**Densidad.** La densidad es una propiedad específica de la materia que relaciona la cantidad de masa con el volumen de un determinado cuerpo, y ésta puede hacer variar la temperatura o presión en la sustancia. La densidad nos permite identificar distintas sustancias y puede ser calculada en forma directa midiendo independientemente la masa y el volumen y matemáticamente se expresa:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

donde:

	Sistemas de unidades	
	Internacional	Cegesimal
$\rho \rightarrow$ Densidad	kg/m <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>
$m \rightarrow$ Masa	kg	g
$V \rightarrow$ Volumen	m <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>

Tabla 1.1. Densidades de varias sustancias en condiciones estándar de temperatura y presión (0°C y 1 atm).

Densidad					
Sólidos			Fluidos		
Sustancia	g/cm <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	Sustancia	g/cm <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
Hormigón	2	2000	Aire	0.0012	1.2
Aluminio	2.7	2700	Aceite de oliva	0.92	920
Hierro/acero	7.8	7800	Alcohol	0.81	810
Latón	8.6	8600	Benceno	0.90	900
Cobre	8.9	8900	Hielo	0.93	920
Plata	10.5	10500	Agua	1.0	1000
Plomo	11.3	11300	Agua de mar	1.03	1030
Oro	19.3	19300	Sangre	1.06	1060
Platino	21.4	21400	Glicerina	1.26	1260
			Mercurio	13.6	13600

A continuación revisaremos cómo obtener la densidad de diferentes sustancias.

**Ejemplo:** Calcula la densidad del aluminio, si se sabe que 2 m<sup>3</sup> tienen una masa de 4000 kg. Considera los cinco pasos que se muestran como el orden de la solución.

**Solución:**

<i>Datos (1)</i>	<i>Incógnita (2)</i>	<i>Fórmula (3)</i>	<i>Sustitución (4)</i>	<i>Solución (5)</i>
$m = 4000 \text{ kg}$ $V = 2 \text{ m}^3$	$\rho$	$\rho = \frac{m}{V}$	$\rho = \frac{4000 \text{ kg}}{2 \text{ m}^3}$ $\rho = 2000 \text{ kg/m}^3$	La densidad es $2000 \text{ kg/m}^3$

Si un artesano deseara determinar el peso real de una pieza de acero y no conociera su masa, tendría que considerar el peso del cuerpo y su volumen. A esta relación se le conoce como *peso específico* ( $P_e$ ) de una sustancia, la cual se puede expresar como:

$$P_e = \frac{\text{peso}}{\text{volumen}}$$



El acero es una aleación de hierro.

Recordando que el peso está determinado por  $W = (m)(g)$  podemos reescribir esta expresión de la siguiente manera:

$$P_e = \frac{m g}{V}$$

El cociente de  $m$  entre  $V$  representa la densidad, por lo tanto, también se puede expresar el peso específico en función de la densidad es decir:

$$P_e = \rho g$$

donde:

	Sistemas de unidades	
	Internacional	Cegesimal
$m \rightarrow$ Masa	kg	g
$g \rightarrow$ Aceleración de la gravedad	9.8 m/s <sup>2</sup>	980 cm/s <sup>2</sup>
$W \rightarrow$ Peso	N	Di
$V \rightarrow$ Volumen	m <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>
$\rho \rightarrow$ Densidad	kg/m <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>
$P_e \rightarrow$ Peso específico	N/m <sup>3</sup>	Di/cm <sup>3</sup>

**Ejemplo 1:** ¿Cuál es el peso específico del oro si su densidad es de  $193000 \text{ kg/m}^3$ ?

**Solución:**

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$\rho = 193000 \text{ kg/m}^3$ $g = 9.8 \text{ m/s}^2$	$P_e$	$P_e = \rho g$	$P_e = (193000 \text{ kg/m}^3)(9.8 \text{ m/s}^2)$ $P_e = 1891400 \text{ N/m}^3$
<b>Solución (5)</b>			
El peso específico es $1891400 \text{ N/m}^3$			

**Ejemplo 2:** Calcula el peso y el peso específico de un cubo de aluminio cuyo volumen es  $27 \text{ cm}^3$  y su masa es de  $284 \text{ g}$ . Considera la gravedad como  $980 \text{ cm/s}^2$

**Solución:**

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$m = 284 \text{ g}$ $V = 27 \text{ cm}^3$ $g = 980 \text{ cm/s}^2$	$W$	$W = m g$	$W = (284 \text{ g})(980 \text{ cm/s}^2) = 278320 \text{ Di}$
	$P_e$	$P_e = \frac{m g}{V}$	$P_e = \frac{278320 \text{ Di}}{27 \text{ cm}^3} = 10308.148 \text{ Di/cm}^3$
<b>Solución (5)</b>			
El peso es $278320 \text{ Di}$		El peso específico es $10308.148 \text{ Di/cm}^3$	



## Actividad de aprendizaje 2

**Instrucciones (1):** Completa la siguiente tabla escribiendo en los espacios en blanco el valor y la unidad correspondientes a cada equivalencia.

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Masa (kg)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso (N)	Peso específico (N/m <sup>3</sup> )
1000	0.5			
		0.5	4.9	
920			8	
		1		12.7

**Instrucciones (2):** En tu cuaderno, realiza en pareja los siguientes ejercicios.

- Determina el volumen ocupado por 500 g de vidrio, si la densidad del vidrio es 2.6 g/cm<sup>3</sup>?
- Un cubo de aluminio tiene un volumen de 64 cm<sup>3</sup>, ¿cuál es su masa?
- Calcula la densidad, el peso y el peso específico de un cuerpo cuya masa es de 0.600 kg y su volumen de 400 cm<sup>3</sup>.



*Para verificar los logros obtenidos en esta actividad y realizar tu autoevaluación, consulta la sección de Retroalimentación al final del libro.*



*Guarda el desarrollo y solución de esta actividad en tu portafolio de evidencias.*



Aprende más

## La hidráulica y los fluidos

La hidráulica es la parte de la Física que se encarga del estudio de la mecánica de los fluidos, enfocándose en el comportamiento de éstos; ya sea en reposo o en movimiento, la hidráulica analiza las leyes que rigen el comportamiento de los fluidos, los cuales pueden ser líquidos o gases; así como las técnicas para mejorar el aprovechamiento del agua. Para su estudio, la hidráulica se divide en *hidrostática* (fluidos en reposo) e *hidrodinámica* (fluidos en movimiento).



Gato hidráulico.

La *hidrostática* es la rama de la hidráulica que estudia las propiedades de los fluidos en reposo.

La aplicación de las leyes de la hidrostática ha servido como base para la construcción de sistemas hidráulicos; por ejemplo: el gato hidráulico y la prensa hidráulica, los cuales son herramientas útiles que facilitan la realización de muchas actividades. El estudio de la hidrostática se fundamenta en los principios de Pascal, Arquímedes y Bernoulli. Para comprender estos principios es necesario considerar los conceptos que se explican a continuación.

### Presión

¿Por qué no se rompe un globo en una cama de clavos? En cambio, si lo ponemos sobre un solo clavo, se rompe. Lo que sucede, es que la fuerza que se ejerce sobre la cama de clavos, es decir, el peso del globo es el mismo en ambos casos, el área de contacto con un solo clavo es muy pequeña por lo que la presión que ejerce el globo aumenta. Por lo contrario, en la cama de clavos, el área sobre la que esa fuerza se reparte es mucho mayor, así que la presión disminuye y por eso no se rompe el globo. Del ejemplo podemos inferir que al aplicar una fuerza mayor, mayor es la presión, y a menor fuerza, menor presión, lo que significa que la fuerza es proporcional a la presión. Por otra lado, si la fuerza se aplica sobre un área más grande, la presión es menor y su el área es más pequeña, lo que significa que la presión es inversamente proporcional al área.



La presión disminuye al aumentar la superficie donde actúa la fuerza.

La *presión* es la fuerza aplicada perpendicularmente sobre cada unidad de superficie.

La presión se expresa como:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{m g}{A}$$

donde:

$P$  es la presión, su unidad es  $\text{N/m}^2$  en el sistema internacional.

$F$  es la fuerza, su unidad es el Newton (N) en el sistema internacional.

$A$  es el área, su unidad es el  $\text{m}^2$  en el sistema internacional.

$m$  es la masa, su unidad es el kilogramo en el sistema internacional.

$g$  es la aceleración gravitatoria, que equivale a  $9.8 \text{ m/s}^2$ .



## Breve biografía de Blaise Pascal

(1623–1662). Matemático, físico y filósofo francés. Sus aportaciones más importantes en los líquidos fueron la prensa hidráulica y la jeringuilla. Aclaró el concepto de *presión* y *vacío*.

**Ejemplo:** Calcula la presión que ejerce una mujer de 70 kg sobre sus pies, al estar de pie sobre una superficie de 0.067 m<sup>2</sup>.

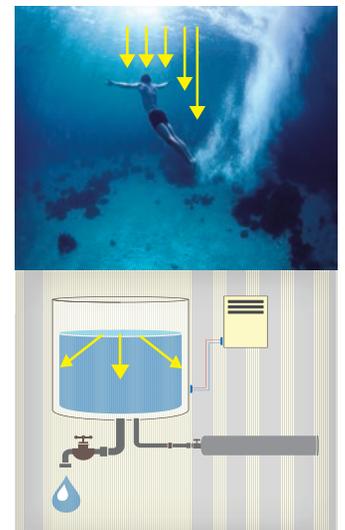
**Solución:**

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$m = 70 \text{ kg}$	$W$	$W = m g$	$W = (70 \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2) = 686 \text{ N}$
$A = 0.067 \text{ m}^2$ $g = 9.8 \text{ m/s}^2$	$P$	$P = \frac{F}{A} = \frac{m g}{A}$	$P = \frac{686 \text{ N}}{0.067 \text{ m}^2} = 10238.8 \text{ Pa}$
<b>Solución (5)</b>			
<i>La presión que ejerce la mujer es 10238.8 Pa</i>			

## Presión de un fluido

Cuando sumergimos una pelota en una cubeta con agua, podemos experimentar una oposición, lo que nos remite ahora a enfocarnos en los fluidos en reposo. Recuerda que la hidrostática (del griego *hydros*, “agua”, y *statos*, “inmóvil”) se encarga de su estudio.

Cuando una persona se sumerge en un estanque o laguna, a medida que se sumerge, sufre de molestia en los oídos independientemente de su posición. La presión que perciben las personas cuando están sumergidas en el agua en reposo se llama **presión hidrostática**, y se puede definir como aquella que ejerce un líquido en reposo sobre las paredes del recipiente que lo contiene. La presión hidrostática depende de la densidad del fluido y de la profundidad en la que esté la persona, a este fenómeno se le conoce como el *principio fundamental de la hidrostática*.



Presión hidrostática.

La *presión hidrostática* ( $P_h$ ) se relaciona con el *peso específico* del líquido y de la altura, matemáticamente se expresa con la siguiente fórmula:

$$P_h = P_e h$$

Recordando que el peso específico se puede expresar como  $P_e = \rho g$  y sustituyendo esta expresión en la fórmula de la presión hidrostática, se obtiene presión hidrostática en función de la densidad:

$$P_h = \rho h g$$

donde:

	Sistemas de unidades	
	Internacional	Cegesimal
$\rho$ → Densidad	kg/m <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>
$m$ → Masa	kg	g
$h$ → Altura	m	cm
$P_h$ → Presión hidrostática	Pa	Baria = Dina/cm <sup>2</sup>

A continuación se presentan los diferentes sistemas de unidades y sus equivalencias:

$$1 \text{ atmósfera (atm)} = 760 \text{ milímetros de mercurio (mmHg)}$$

$$1 \text{ atmósfera (atm)} = 14.7 \text{ libras/pulgada}^2 \text{ (lb/in}^2\text{)}$$

$$1 \text{ atmósfera (atm)} = 1013 \times 10^5 \text{ newtons/metro}^2 \text{ (N/m}^2\text{)}$$

$$1 \text{ atmósfera (atm)} = 1013 \times 10^6 \text{ dina/centímetro}^2 \text{ (din/cm}^2\text{)}$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ newtons/metro}^2 \text{ (N/m}^2\text{)}$$

$$1 \text{ bar} = 14.50 \text{ libras/pulgada}^2 \text{ (lb/in}^2\text{)}$$

$$1 \text{ dina/centímetro}^2 \text{ (din/cm}^2\text{)} = 0.1 \text{ pascal (Pa)}$$

$$1 \text{ dina/centímetro}^2 \text{ (din/cm}^2\text{)} = 9869 \times 10^{-7} \text{ atmósfera (atm)}$$

$$1 \text{ dina/centímetro}^2 \text{ (din/cm}^2\text{)} = 3501 \times 10^{-4} \text{ milímetros de mercurio} = \text{torr (mmHg)}$$

$$1 \text{ libra/pulgada}^2 (\text{lb/in}^2) = 6.90 \times 10^3 \text{ newton/metro}^2 (\text{N/m}^2)$$

$$1 \text{ libra/pulgada}^2 (\text{lb/in}^2) = 6.9 \times 10^4 \text{ dinas/centímetro}^2 (\text{din/cm}^2)$$

$$1 \text{ libra/pulgada}^2 (\text{lb/in}^2) = 0.69 \text{ atmósfera (atm)}$$

$$1 \text{ libra/pulgada}^2 (\text{lb/in}^2) = 51.71 \text{ milímetros de mercurio} = \text{torr (mmHg)}$$

$$1 \text{ milímetro de mercurio} = \text{torr (mmHg)} = 1333 \times 10^2 \text{ pascales (Pa)}$$

$$1 \text{ milímetro de mercurio} = \text{torr (mmHg)} = 1934 \times 10^{-2} \text{ libra/pulgada}^2 (\text{lb/in}^2)$$

$$1 \text{ pascal (Pa)} = 1 \text{ newton/metro}^2 (\text{N/m}^2) = 1.45 \times 10^{-4} \text{ libra/pulgada}^2 (\text{lb/in}^2)$$

$$1 \text{ pascal (Pa)} = 1 \text{ newton/metro}^2 (\text{N/m}^2) = 10 \text{ dinas/centímetro}^2 (\text{din/cm}^2)$$

Ahora, revisemos algunos ejemplos sobre la forma de calcular la presión hidrostática:

**Ejemplo 1:** Un buzo se encuentra a 10 m de profundidad en el mar, ¿cuál es la presión?

**Solución:**

<i>Datos (1)</i>	<i>Incógnita (2)</i>	<i>Fórmula (3)</i>	<i>Sustitución (4)</i>
$\rho = 1030 \text{ kg/m}^3$ $h = 10 \text{ m}$ $g = 9.8 \text{ m/s}^2$	$P_h$	$P_h = \rho g h$	$P_h = (1030 \text{ kg/m}^3)(9.8 \text{ m/s}^2)(10 \text{ m})$  $P_h = 100940 \text{ Pa}$
<p><b>Solución (5)</b> La presión es 100940 Pa</p>			

**Ejemplo 2:** Luis le pregunta a Juan cómo puede saber si el agua puede subir hasta su departamento sin necesidad de usar una bomba, ya que su departamento se encuentra a 8 m de altura con respecto a la planta baja. Juan le pregunta si conoce con qué presión llega el agua en la planta baja, Luis le contesta que es de 0.04 Pa. Juan afirma: entonces sí podemos saber si se necesitará una bomba para que suba el agua.

**Solución:**

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ $P = 40000 \text{ Pa}$ $g = 9.8 \text{ m/s}^2$	$h$	$P = \rho g h$ $h = \frac{P}{\rho g}$	$h = \frac{40000 \text{ Pa}}{(9.8 \text{ m/s}^2)(1000 \text{ kg/m}^3)} = 4.081 \text{ m}$
<p><b>Solución (5)</b></p> <p>Juan le dice a Luis que tendrá que comprar una bomba, ya que la altura máxima a la que sube el agua es 4.081 m.</p>			

## Presión atmosférica

Se llama atmósfera (del griego *atmos*, aire o gas, y *sfeira*, esfera), a la capa de aire que envuelve a la Tierra y que es indispensable para la vida animal y vegetal. La *presión atmosférica* es la presión que ejerce el aire, por su peso, sobre los cuerpos físicos que están en contacto con él.

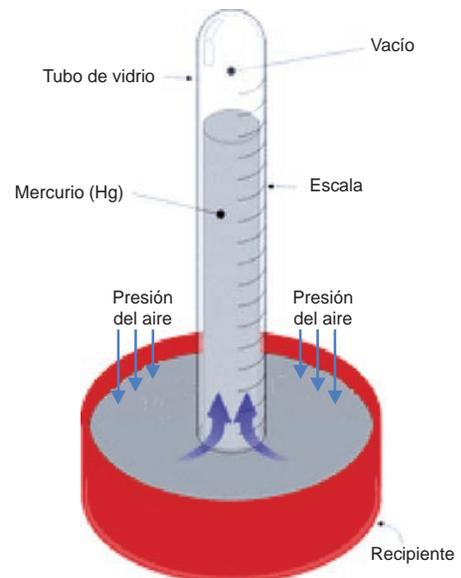
Esta presión, de acuerdo con el principio fundamental de la hidrostática, cambia dependiendo la altura, por lo que el valor varía; por ejemplo, en la ciudad de Puebla es diferente que en la de Veracruz. Los instrumentos que se utilizan para medir la presión atmosférica se llaman *barómetros* y *manómetros*.



### Breve biografía de Evangelista Torricelli

(1608–1647). Físico-matemático inventor del *barómetro*. Fue el primero en medir la presión atmosférica mediante un experimento a nivel del mar; agregó mercurio en un tubo de vidrio de un metro de largo y lo invirtió en una cubeta llena de mercurio, la columna de mercurio descendió a unos 760 mmHg de altura, permaneciendo constante, y Torricelli concluyó que la caída se debía a la presión atmosférica sobre la superficie del mercurio, y que 1 atm equivale a 760 mmHg.

Reproducción del experimento de Torricelli.



Tanto el barómetro como el manómetro fueron diseñados considerando el experimento de Torricelli. La diferencia entre uno y otro es que el *manómetro* mide la *presión de un fluido* con relación a la presión atmosférica.



Barómetro



Manómetro conectado a una tubería.

### Presión absoluta

Como la presión atmosférica actúa sobre todos los objetos y sustancias que están en la naturaleza, si un líquido está en un recipiente al descubierto (alberca, río, mar, laguna, entre otros), la presión total a una profundidad determinada ( $h$ ) se obtiene sumando la presión atmosférica y la hidrostática. A esta suma de presiones se le conoce como *presión absoluta*, matemáticamente se expresa:

$$P_{absoluta} = P_{atmosférica} + P_{hidrostática}$$

**Ejemplo:** Determina la presión absoluta cuando un buzo se encuentra en el océano a una profundidad de 300 m. Considera que la densidad del mar es de  $1024 \text{ kg/m}^3$  y la presión atmosférica de  $100000 \text{ Pa}$ .

**Solución:**

<b>Datos (1)</b>	<b>Incógnita (2)</b>	<b>Fórmula (3)</b>
$\rho = 1024 \text{ kg/m}^3$ $P_{atm} = 100000 \text{ Pa}$ $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ $h = 300 \text{ m}$	$P_{abs}$	$P_{abs} = P_{atm} + \rho g h$
<b>Sustitución (4)</b>		<b>Solución (5)</b>
$P_{abs} = 100000 \text{ Pa} + (1024 \text{ kg/m}^3)(9.8 \text{ m/s}^2)(300 \text{ m})$ $P_{abs} = 3110560 \text{ Pa}$		La presión absoluta es $3110560 \text{ Pa}$



### Actividad de aprendizaje 3

**Instrucciones (1):** Completa la tabla calculando la presión hidrostática a partir de la altura y la densidad, posteriormente estima la presión absoluta. Realiza las operaciones necesarias en tu cuaderno.

Altura (m)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Presión hidrostática (N/m <sup>2</sup> )	Presión atmosférica (N/m <sup>2</sup> )	Presión absoluta (N/m <sup>2</sup> )
0	1030		$1 \times 10^5$	
5	1030		$1 \times 10^5$	
50	1030		$1 \times 10^5$	
150	1030		$1 \times 10^5$	

**Instrucciones (2):** Escribe tus conclusiones sobre los cálculos anteriores.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



*Para verificar los logros obtenidos en esta actividad y realizar tu autoevaluación consulta la sección de Retroalimentación al final del libro.*



*Guarda el desarrollo y solución de esta actividad en tu portafolio de evidencias.*



## Aprende más

### Principio de Arquímedes

Cuando nos encontramos sentados en el borde de una alberca y levantamos con los pies a un compañero que se encuentra sumergido, tenemos la sensación de que el peso que levantamos es menor; la razón es que todo cuerpo sumergido en un recipiente con líquido experimenta la acción de dos fuerzas, una dirigida hacia abajo igual al peso de la columna del líquido que está encima de ésta, y la otra, dirigida hacia arriba, llamada empuje; este fenómeno se conoce como *principio de Arquímedes*.

*Principio de Arquímedes.* Todo objeto sumergido parcial o totalmente en un fluido recibe un empuje ascendente igual al peso del fluido desalojado.

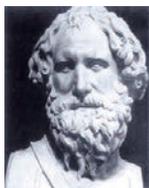
De acuerdo con lo anterior, resulta que el empuje que recibe cualquier cuerpo sumergido será igual al volumen sumergido multiplicado por el peso específico del fluido que se trate, es decir:

$$E = P_e V$$

$$\text{Empuje} = (\text{peso específico del líquido}) (\text{volumen})$$

Como  $P_e = \rho g$  entonces:

$$E = \rho V g$$



### Breve biografía de Arquímedes de Siracusa

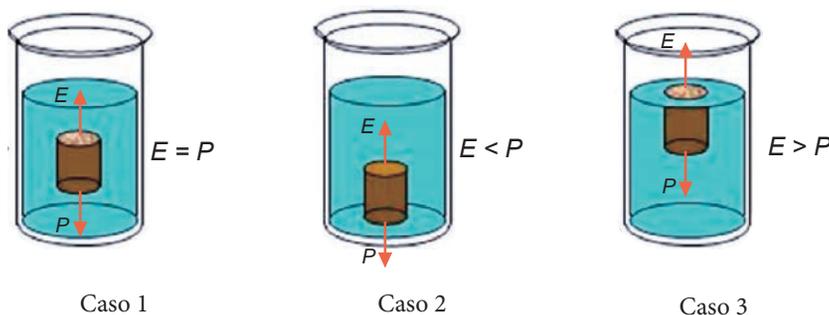
(287–212 aC). Matemático, filósofo e inventor griego que escribió importantes obras sobre geometría, aritmética y mecánica. Nació en Siracusa, en la costa oriental de Sicilia y se educó en Alejandría, Egipto. Luego regresó a Siracusa, donde pasó la mayor parte del resto de su vida, dedicando su tiempo a la investigación y experimentación en muchos campos.

# Bloque I

## Explicas el comportamiento de los fluidos

El *principio de Arquímedes* da lugar a *tres casos*, teniendo en cuenta el peso del cuerpo.

1. El peso del cuerpo ( $P$ ) sea igual a la fuerza del empuje ( $E$ ), entonces el cuerpo se mantiene en equilibrio dentro del líquido.
2. El peso del cuerpo ( $P$ ) es mayor que la fuerza de empuje ( $E$ ), entonces el cuerpo se hunde hasta encontrar algo que lo sostenga.
3. El peso del cuerpo ( $P$ ) es menor que la fuerza de empuje ( $E$ ), entonces el cuerpo flota, es decir, algo de él queda en la superficie del líquido.



**Ejemplo:** Un cuerpo tiene un volumen de  $200 \text{ cm}^3$ . Calcula el empuje que recibe cuando se sumerge en agua.

**Solución:**

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$\rho = 1 \text{ g/cm}^3$ $V = 200 \text{ cm}^3$ $g = 9.8 \text{ m/s}^2$	$E$	$E = \rho V g$	$E = (1 \text{ g/cm}^3)(200 \text{ cm}^3)(980 \text{ cm/s}^2)$ $E = 196000 \frac{\text{gr} \cdot \text{cm}}{\text{s}^2}$ $= 196000 \text{ Dinás}$
<b>Solución (5)</b> El empuje es 196000 dinas			

Escribe en tu libreta ejemplos en donde el peso del objeto sea menor, igual y mayor al empuje realizado por el fluido. Coméntalo con tus compañeros.



## Sabías que...

El rey de Siracusa encomendó a Arquímedes probar si la corona hecha por un orfebre era de oro puro, esto tenía que realizarlo sin dañar la corona. Luego de reflexionar el problema y sin encontrar solución, Arquímedes decide tomar un baño, al sumergirse en la tina, observó que el agua se desbordaba, concluyendo que el volumen de agua tendría que ser igual al volumen de su cuerpo sumergido. De ahí supo que si medía el agua al sumergir la corona, conocería su volumen y lo podría comparar con otro objeto de oro puro del mismo peso que la corona. Si el volumen no resultaba igual, no era posible que la corona fuera de oro puro. De este experimento surge su famoso principio.

## Principio de Pascal

El *principio de Pascal* se utiliza en las plataformas que elevan los coches cuando se quiere revisar el motor. El sistema que se aplica consiste en que el aire se comprime y ejerce una presión sobre el aceite que está en el depósito subterráneo. El aceite le transmite la presión a un cilindro, que es el que finalmente levanta el automóvil.

*Principio de Pascal.* La presión externa, ejercida sobre una parte de un fluido encerrado en un recipiente, se transmite en todas las direcciones y llega a todos los puntos del líquido sin disminuir su magnitud.

Este principio es fundamental en toda máquina hidráulica, como el gato hidráulico, el freno, el ascensor y otras máquinas.

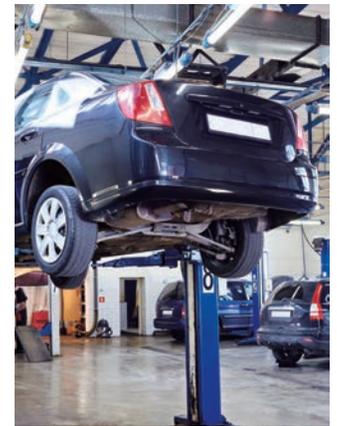
presión de entrada = presión de salida

$$P_{\text{entrada}} = P_{\text{salida}}$$

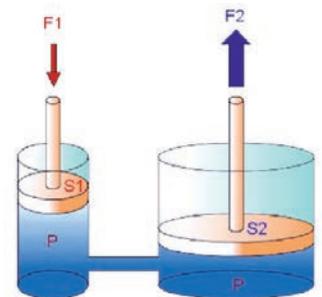
$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Con la expresión anterior se puede determinar cualquiera de las variables, donde  $F_1$  y  $F_2$  son las fuerzas de entrada y de salida, respectivamente, y su unidad es el Newton (N). Luego  $A_1$  y  $A_2$  corresponden al área de entrada y área de salida expresadas en metros cuadrados ( $m^2$ ). Por lo tanto, de esta ecuación se deduce que:

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

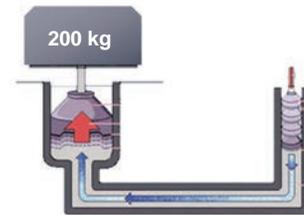


Elevador de autos.



Representación del principio de Pascal.

**Ejemplo:** Se desea elevar un cuerpo de 200 kg utilizando un elevador hidráulico de plato grande circular de 0.75 m<sup>2</sup> de superficie y el plato pequeño de 0.40 m<sup>2</sup> de superficie; calcula la fuerza que debe realizar el émbolo pequeño.



Elevador hidráulico.

**Solución:**

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$m = 200 \text{ kg}$	$F_2$	$F_2 = m g$	$F_2 = (200 \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2)$ $= 1960 \text{ N}$	<i>La fuerza que debe realizar el émbolo pequeño es 1045.33 N</i>
$A_2 = 0.75 \text{ m}^2$	$F_1$	$F_1 = \frac{A_1 F_2}{A_2}$	$F_1 = \frac{(0.40 \text{ m}^2)(1960 \text{ N})}{0.75 \text{ m}^2}$ $= 1045.333 \text{ N}$	
$A_1 = 0.40 \text{ m}^2$				



### Actividad de aprendizaje 4

**Instrucciones (1):** En pareja analicen las siguientes preguntas y respondan justificando sus respuestas.

- Explica por qué la presión atmosférica disminuye al estar a mayor altura sobre el nivel del mar y por qué cuesta trabajo respirar cuando se escala una montaña.
- En el fondo de un depósito de agua, ¿la presión es mayor o menor que en la superficie?

**Instrucciones (2):** Diseña seis cuerpos de diferentes materiales y formas, de tal manera que la masa sea la misma en todos. Luego, introduce cada forma en un recipiente con agua, uno con alcohol y uno con aceite, utilizando el mismo volumen. Al finalizar, responde las siguientes preguntas.

- ¿Cuál de las formas desalojó un volumen mayor? ¿En qué fluido?

.....

b) ¿Cuál de las formas desalojó un volumen menor? ¿En qué fluido?

.....

c) ¿Cuál se sumerge completamente? ¿En qué fluido?

.....

d) ¿Cuál no se sumerge? ¿En qué fluido?

.....

e) ¿A qué se debe que un cuerpo se sumerge?

.....

.....

**Instrucciones (3):** Resuelve los siguientes problemas.

a) Una prensa hidráulica tiene un émbolo de  $60 \text{ cm}^2$  y otro de  $350 \text{ cm}^2$  de área. respectivamente, ¿qué fuerza debe aplicarse al émbolo menor para que pueda levantar un bulto de  $10000 \text{ kg}$  colocado en el émbolo mayor?

b) ¿Cuál debe ser el área menor de un émbolo de una prensa hidráulica, si se aplica una fuerza de  $190 \text{ N}$  para igualar la presión ejercida por el émbolo mayor de  $0.20 \text{ m}^2$ , que soporta una fuerza de  $300 \text{ N}$ ?



*Para verificar los logros obtenidos en esta actividad y realizar tu autoevaluación consulta la sección de Retroalimentación al final del libro.*



*Guarda el desarrollo y solución de esta actividad en tu portafolio de evidencias.*



### Sabías que...

Pascal inventó en 1642 la primera calculadora, la llamó *pascalina* y funcionaba a partir de engranes.





### Aprende más

Como has observado en casa, al abrir una llave de agua se libera cierto volumen de la misma en un tiempo determinado. La *hidrodinámica* es la parte de la mecánica de fluidos cuyo propósito es el estudio de los fluidos en movimiento. En sentido restringido, estudia el comportamiento del agua en movimiento.

Para facilitar la comprensión del estudio de los fluidos en movimiento debemos considerar que los *fluidos son ideales*, es decir, que poseen las siguientes características:

- *Incompresible*. La densidad es constante y uniforme.
- *Flujo constante*. La velocidad no cambia con el tiempo, aunque puede ser diferente en distintos puntos. Ejemplo: la corriente de un río.
- *No viscoso*. Sin fricción. Las fuerzas son conservativas.
- *Irrotacional*. Las partículas sólo tienen movimiento de traslación.

Al fluir un líquido a través de una tubería es común hablar de *gasto*.

El *gasto* o *caudal* es el volumen de fluido que pasa por unidad de tiempo en una sección de conducto.

El *gasto* se expresa con la fórmula:

$$G = \frac{V}{t}$$



Gasto de fluido.

El *gasto* también puede calcularse si se conoce la velocidad que lleva el líquido y la sección transversal de la tubería, recordemos que el volumen lo podemos expresar en función de  $V = A h$ . Considerando que la altura se puede expresar como una distancia y sustituyendo el volumen en función del área ( $A$ ) y la distancia ( $d$ ), se obtiene lo siguiente:

$$G = \frac{Ad}{t} \quad v = \frac{d}{t}$$

Por lo tanto:

$$G = Av$$

donde:

	Sistemas de unidades		
	Internacional	Cegesimal	Inglés
$G \rightarrow$ Gasto	$m^3/s$	$cm^3/s$	$ft^3/s$
$t \rightarrow$ Tiempo	$s$	$s$	$s$
$V \rightarrow$ Volumen	$m^3$	$cm^3$	$ft^3$
$A \rightarrow$ Área	$m^2$	$cm^2$	$ft^2$
$v \rightarrow$ Velocidad	$m/s$	$cm/s$	$ft/s$

El *flujo* es la cantidad de fluido que atraviesa una sección transversal de un ducto en una unidad de tiempo y se expresa como:

$$F = \frac{m}{t}$$

Si expresamos la masa en función a la densidad, es decir:

$$m = \rho V$$

Sustituyendo en la expresión del flujo:

$$F = \frac{\rho V}{t}$$

A partir de esta expresión podemos expresar el flujo en función del gasto  $G = \frac{V}{t}$

$$F = G \rho$$

**Ejemplo:** A través de una manguera de 1.5 cm de radio fluye agua a una velocidad de 3 m/s. Determina el gasto y el flujo. No olvides que el área del círculo se obtiene con la fórmula  $A = \pi r^2$

**Solución:**

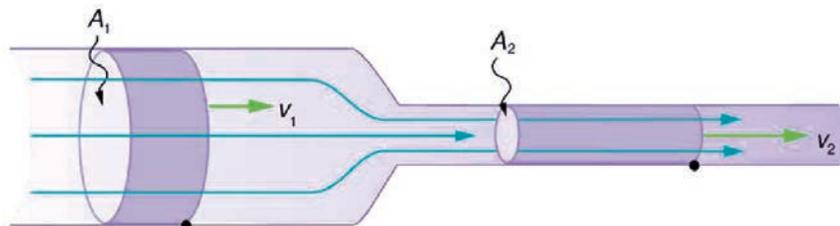
Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$D = 3 \text{ cm}$	$G$	$G = A v$	$G = (0.0007 \text{ m}^2)(3 \text{ m/s})$
$R = 1.5 \text{ cm}$ $= 0.015 \text{ m}$	$A$	$A = \pi r^2$	$G = 0.0021 \text{ m}^3 / \text{s}$
$A = 0.0007 \text{ m}^2$	$F$	$F = G \rho$	$F = (0.0021 \text{ m}^3 / \text{s})(1000 \text{ kg/m}^3)$
$v = 3 \text{ m/s}$			$F = 2.1 \text{ kg/s}$
$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$			

**Solución (5)**

El gasto es  $0.0021 \text{ m}^3 / \text{s}$  y el flujo es  $2.1 \text{ kg/s}$

## Ecuación de continuidad

Cuando pasa agua o cualquier otro fluido por una tubería como la que se muestra en la figura, donde los diámetros son diferentes, el volumen del fluido que entra por un extremo tiene que ser igual al volumen del fluido que sale por el otro extremo.



Tubo o ducto de diámetro variado.

Significa que el gasto de entrada es igual al de salida, es decir:

$$\text{Volumen}_{\text{entrada}} = \text{Volumen}_{\text{salida}}$$

Si se conocen la velocidad de entrada y de salida del fluido así como las áreas de las secciones transversales del tubo, y considerando que el tiempo en que se midió el volumen de entrada es el mismo que el del volumen de salida, entonces la ecuación anterior se convierte en:

$$v_1 A_1 = v_2 A_2$$

A continuación se muestran los sistemas de unidades correspondientes.

	Sistemas de unidades	
	Internacional	Cegesimal
$G_1 \rightarrow$ gasto de entrada	$m^3/s$	$cm^3/s$
$G_2 \rightarrow$ gasto de salida		
$A_1 \rightarrow$ área de entrada	$m^2$	$cm^2$
$A_2 \rightarrow$ área de salida		
$v_1 \rightarrow$ velocidad inicial	$m/s$	$cm/s$
$v_2 \rightarrow$ velocidad de salida		

Veamos un ejemplo en el que se aplica la ecuación de continuidad.

**Ejemplo:** Cuando el agua fluye por una manguera de  $0.05 \text{ m}^2$  de área lo hace con una rapidez de  $1.5 \text{ m/s}$ . ¿Cuál debe ser el área de la boquilla de la manguera para que salga con una rapidez de  $0.8 \text{ m/s}$ ?

**Solución:**

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$A_1 = 0.05 \text{ m}^2$	$A_2$	$v_1 A_1 = v_2 A_2$	$A_2 = \frac{(0.05 \text{ m}^2)(1.5 \text{ m/s})}{0.8 \text{ m/s}}$	El área de la boquilla de la manguera debe ser de $0.0937 \text{ m}^2$
$v_1 = 1.5 \text{ m/s}$		$A_2 = \frac{A_1 v_1}{v_2}$		
$v_2 = 0.8 \text{ m/s}$			$A_2 = 0.0937 \text{ m}^2$	



Mangueras y boquillas de diferente área.

## Ecuación de Bernoulli

Daniel Bernoulli estudió el comportamiento de los líquidos con relación a la velocidad del fluido y la presión; descubrió que la presión de un líquido, que fluye por una tubería, es baja si su velocidad es alta y, por el contrario, es alta si su velocidad es baja, a esta relación se le conoce como *principio de Bernoulli*. Además consideró que en una tubería *a mayor elevación, menor presión*.

Aplicando la conservación de la energía, Bernoulli estableció que en un flujo en el que no se agrega ni se extrae energía, la energía total es constante e igual a la suma de la energía cinética (relacionado con la velocidad), más la energía potencial (representada por la presión) más la energía gravitacional (relacionada con la altura).

**Teorema de Bernoulli.** La suma de la presión ( $P$ ), la energía cinética por unidad de volumen ( $1/2 \rho v^2$ ), y la energía potencial por unidad de volumen ( $\rho gh$ ), tiene el mismo valor en todos los puntos a lo largo de una línea de corriente.

Es decir:

Presión + energía total  
Energía total = energía cinética + energía potencial

$$E = mgh + \frac{1}{2} m v^2$$

$m$  → masa  
 $g$  → aceleración gravitatoria  
 $h$  → altura  
 $v$  → velocidad

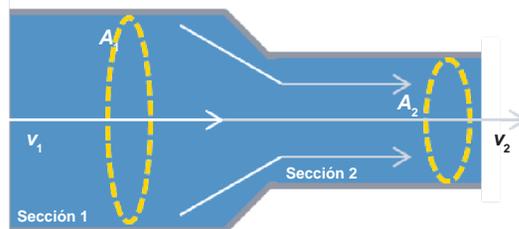
Si expresamos la energía en función de la densidad, obtenemos la siguiente expresión conocida como ecuación de Bernoulli:

$$P_1 + \rho gh_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho gh_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

$P_1$  → presión de entrada  
 $P_2$  → presión de salida  
 $h_1$  → altura de entrada  
 $h_2$  → altura de salida  
 $v_1$  → velocidad de entrada  
 $v_2$  → velocidad de salida

Vamos a resolver el siguiente ejercicio:

**Ejemplo:** Una tubería horizontal de  $0.02 \text{ m}^2$  de área en la sección 1 tiene un estrechamiento con un área de  $0.01 \text{ m}^2$ . La velocidad en la sección 1 es de  $4 \text{ m/s}$  a una presión de  $4 \times 10^5$ . ¿Cuál es la velocidad y la presión en la sección 2?



Conducto horizontal.

**Solución:**

<b>Datos (1)</b>	<b>Incógnita (2)</b>	<b>Fórmula (3)</b>
$A_1 = 0.02 \text{ m}^2$		$v_1 A_1 = v_2 A_2$
$A_2 = 0.01 \text{ m}^2$	$v_2$	$P_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$
$v_1 = 4 \text{ m/s}$	$P_2$	$P_2 = \frac{1}{2} \rho (v_1^2 - v_2^2) + P_1$
$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$		
$P_1 = 4 \times 10^5 \text{ Pa}$		
<b>Sustitución (4)</b>		
$v_2 = \frac{(0.01 \text{ m}^2)(4 \text{ m/s})}{0.02 \text{ m}^2} = 8 \text{ m/s}$		
$P_2 = \frac{1}{2} 1000 \text{ kg/m}^3 (4^2 - 8^2) \text{ m/s} + 4 \times 10^5 \text{ Pa} = 376000 \text{ Pa}$		
<b>Solución (5)</b>		
<i>Para la parte estrecha, la velocidad es 8 m/s y la presión de 376000 Pa</i>		

De acuerdo con el teorema de Bernoulli:

- Para un líquido estacionario, la velocidad de entrada y salida es 0:  $v_1 = v_2 = 0$

$$P_2 - P_1 = \rho g (h_2 - h_1)$$

- Para una presión constante  $P_1 = P_2$

$$v = \sqrt{2gh}$$

- Para alturas iguales  $h_1 = h_2$

$$P_1 + dg + \frac{1}{2} g v_1^2 = P_2 + dg + \frac{1}{2} g v_2^2$$

Daniel Bernoulli  
(1700-1782).

## Teorema de Torricelli

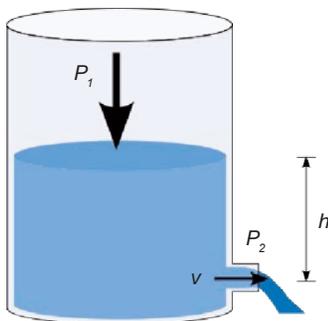
Una aplicación del *principio de Bernoulli* es cuando se desea conocer la velocidad de salida de un líquido a través de un orificio de un recipiente. Considerando que es un recipiente muy grande y abierto, además haciendo las consideraciones siguientes:

1. La presión en la superficie libre del líquido es igual a la presión atmosférica.
2. La velocidad es despreciable si la comparamos con la salida del líquido por el orificio, por lo que se puede eliminar la energía cinética de la ecuación de Bernoulli en este punto.
3. La profundidad, es decir,  $h$ , es la distancia que hay desde la superficie sobre el líquido hasta el orificio.
4. En el orificio, la altura es  $h = 0$ , y la presión es igual a la atmosférica.

Aplicando la ecuación de Bernoulli:

$$P_1 + \rho gh_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho gh_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

$P_1$  → presión de entrada       $P_2$  → presión de salida       $h_1$  → altura de entrada  
 $h_2$  → altura de salida       $v_1$  → velocidad de entrada       $v_2$  → velocidad de salida  
 $\rho$  → densidad



Aplicación del teorema de Torricelli.

Si consideramos que el subíndice 1 pertenece a todos los datos correspondientes al orificio de entrada y el subíndice 2 a todo lo relativo al orificio de salida, tenemos:

$$h_1 = 0 \quad h_2 = h \quad P_1 = P_2 = P \quad \text{y} \quad v_2 = 0 \quad \text{se tiene:}$$

$$P + \rho g(0) + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P + \rho gh_2 + \frac{1}{2} \rho (0)^2$$

$$\frac{1}{2} \rho v_1^2 = \rho gh_2$$

$$\text{si } h_2 = h$$

$$\frac{1}{2} \rho v_1^2 = \rho gh$$

Sustituyendo y despejando la velocidad, se obtiene:

$$v = \sqrt{2gh}$$

Esta ecuación la obtuvo Evangelista Torricelli, a partir de la cual desarrolló su famoso teorema.

**Teorema de Torricelli.** La velocidad con que sale el agua por un orificio es la misma que hubiera adquirido en caída libre desde una altura  $h_1 - h_2$ .

**Ejemplo:** Un tanque abierto tiene un orificio de 1.5 cm de radio, el cual se encuentra a 3 m por debajo del nivel del agua contenida en el tanque, ¿cuál es la velocidad con que sale el agua?

**Solución:**

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$h = 3 \text{ m}$ $g = 9.8 \text{ m/s}^2$	$v$	$v = \sqrt{2gh}$	$v = \sqrt{2(9.8 \text{ m/s}^2)(3 \text{ m})}$ $v = 7.66 \text{ m/s}$	La velocidad de salida es 7.66 m/s



## Actividad de aprendizaje 5

**Producto de aprendizaje: experimentos**

**Instrucciones (1):** En equipos de tres integrantes, realiza las siguientes disoluciones de jabón que se utilizan para hacer burbujas, teniendo el cuidado de usar correctamente las cantidades señaladas en la siguiente tabla:

Tabla 1.2.

Disolución	Agua	Jabón líquido	Glicerina
1	250 ml	250 ml	no
2	250 ml	250 ml	250 ml

Ahora verifiquen las propiedades siguientes de cada una de las disoluciones a partir de la observación, o bien, haciendo uso de los conceptos estudiados. Escríbelo en las líneas para cada concepto (página siguiente).

### Disolución 1

Propiedad	Observaciones
Viscosidad	..... .....
Tensión superficial	..... .....
Capilaridad	..... .....
Densidad	..... .....

### Disolución 2

Propiedad	Observaciones
Viscosidad	..... .....
Tensión superficial	..... .....
Capilaridad	..... .....
Densidad	..... .....

**Instrucciones (2):** Realiza lo siguiente.

- Numera tres recipientes que contengan 250 ml de líquidos con diferente densidad (peso específico), puede ser aceite, agua con sal y agua simple; marca con un plumón el volumen inicial en cada recipiente.
- Posteriormente introduce en cada uno de ellos un objeto del mismo tamaño y peso (puede ser un dado).
- Observa la rapidez con que éstos descienden al fondo de cada recipiente o quedan flotando, y el volumen del líquido que se desplaza tomando como referencia la marca del volumen inicial (mide con una regla y calcula el volumen desplazado). Intenta sumergir un pequeño trozo de madera en cada uno de los vasos aplicando una fuerza para tratar de hundirlo, observa en cuál de los vasos el objeto flota al dejar de aplicar la fuerza.
- Comenta en equipo los hallazgos obtenidos y realiza un bosquejo de ello con dibujos que ejemplifiquen tus observaciones. Elabora un reporte.

**Instrucciones (3):** En equipo, argumenten la importancia de la aplicación del principio de Arquímedes en flotaciones de los objetos que se enlistan en la siguiente página.

- Barcos.
- Submarinos.
- Densímetros.
- Flotadores de cajas de los inodoros.
- Salvavidas.

Recuerda que para que un objeto flote en cualquier líquido, la densidad de éste debe ser menor a la densidad del líquido en donde es sumergido. Presenten un reporte por escrito en su libreta, con dibujos que ejemplifiquen sus observaciones y argumentos.

**Instrucciones (4):** Realiza lo siguiente.

- En equipo, viertan agua en un globo hasta un volumen aproximado a dos terceras partes, amárrenlo de manera que quede hermético, con la ayuda de un alfiler hagan sobre la superficie del globo pequeñas perforaciones con cuidado y sin romperlo.

- Observa que el agua sale con la misma intensidad por todas las perforaciones, y que al aplicar presión con la mano por la parte del nudo del globo la presión de salida del líquido aumenta en todos los puntos.
- Comenta con tu equipo de trabajo las observaciones y realiza un reporte complementado con dibujos que ejemplifiquen lo realizado.

**Instrucciones (5):** Realiza la demostración utilizando los materiales siguientes.

*Materiales:*

- Un tramo de 1 m de manguera flexible con un conector de rosca interna de  $\frac{1}{2}$  pulgada.
- Un tramo de 1 m de manguera flexible, del mismo material del tramo anterior, con conector de rosca interna de 1 pulgada.
- Una cubeta de 20 litros.
- Un cronómetro.

*Procedimiento:*

1. Conecta la manguera de  $\frac{1}{2}$  pulgada a una llave de nariz que tenga la rosca adecuada, asegúrate de que no tenga fugas.
2. Procede a determinar el tiempo ( $t_1$ ) que tarda la cubeta de 20 litros en llenarse con la llave completamente abierta y calcula el gasto  $G_1$ .
3. Realiza el mismo procedimiento con la manguera que tiene el conector de 1 pulgada y determina el tiempo ( $t_2$ ) que tarda el llenado de la cubeta de 20 l (V), con la llave completamente abierta, calcula el gasto  $G_2$ .
4. Compare los valores obtenidos en el  $G_1$  y en el  $G_2$ , determina cuál de las siguientes relaciones se cumple (con un margen de tolerancia de  $\pm 1$  litro):

$$G_1 = G_2$$

$$G_1 > G_2$$

$$G_1 < G_2$$

5. Calcula en tu cuaderno de trabajo las áreas de la sección transversal de las mangueras y con los datos registrados del tiempo al inicio de la actividad verifica la certeza de las expresiones anteriores. Comenta los resultados obtenidos en equipo y reporta por medio de la siguiente tabla.

Tabla 1.3.

Conector de rosca	Área	Volumen	Tiempo	$G_1$	$G_2$
½ pulgada					
1 pulgada					

Conclusiones:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



*Para verificar los logros obtenidos en esta actividad y realizar tu autoevaluación consulta la sección de Retroalimentación al final del libro.*



*Guarda el desarrollo y solución de esta actividad en tu portafolio de evidencias.*

## Cierre del bloque I

### Reflexiona sobre lo aprendido

En este bloque se describieron brevemente las características de los estados de la materia (sólido, líquido y gaseoso).

Los sólidos ocupan un volumen definido, son rígidos y no fluyen, los líquidos ocupan un volumen definido, no son rígidos y fluyen, los gases no ocupan un volumen definido, no son rígidos y fluyen. A partir de esto se analizaron las características de los fluidos, como son la densidad, viscosidad, el peso, peso específico, y se inició el estudio de los fluidos líquidos en reposo y movimiento.

También se vio que la hidrostática es la rama de la Física que estudia los fluidos en reposo. Se inició con el concepto de presión como la razón de la fuerza y el área y los diferentes tipos de presión y sus unidades. Ya que vivimos en un océano de aire que llamamos presión atmosférica y que ejerce el mismo tipo de presión que el agua cuando nos sumergimos, es decir, la presión se transmite en todas las direcciones y se incrementa con la profundidad, a partir de esto se determinó el concepto de presión hidrostática que es la presión que ejerce un fluido en reposo. Se aplicaron los principios de Pascal y el principio de Arquímedes a situaciones reales.

Se estudió la hidrodinámica, que se encarga de estudiar los fluidos en movimiento y se analizaron los diferentes tipos de fluidos, enfocándonos en los fluidos ideales, así como la relación entre la entrada y salida de un fluido (gasto). Se revisó el principio de Bernoulli, el cual es un enunciado de la conservación de la energía y la ecuación de continuidad, que es un enunciado de la conservación de la materia, dichos principios son la base de la hidrodinámica.

### Autoevaluación

**Instrucciones (1):** En tu cuaderno, contesta las siguientes preguntas y comenta las respuestas con tus compañeros.

- Describe brevemente las características de los estados de la materia.
- ¿De qué depende la rapidez de un fluido?
- Investiga qué es un densímetro y cuáles son sus aplicaciones.
- ¿En qué principio se basa la elevación de un globo aerostático?

- e) ¿Qué origina la presión atmosférica?
- f) ¿Puede comprimirse un líquido?
- g) Menciona por lo menos dos aplicaciones del principio de Pascal y de Arquímedes.
- h) Hay distintos tipos de barómetros, investiga por lo menos tres.

**Instrucciones (2):** Relaciona las columnas escribiendo en el paréntesis la letra correspondiente.

- |                       |  |
|-----------------------|--|
| ( ) Peso específico   | a) Estudia los fenómenos que se producen cuando un fluido se encuentra en movimiento o reposo.       |
| ( ) Densidad absoluta | b) La relación entre la densidad absoluta de una sustancia entre la densidad absoluta del agua.      |
| ( ) Hidráulica        | c) Estudia los fluidos en movimiento.  |
| ( ) Fluido            | d) La relación entre el peso de un cuerpo y su volumen.  |
| ( ) Densidad relativa | e) La relación que hay entre la masa y el volumen de una sustancia o cuerpo.                         |
| ( ) Gasto             | f) Fuerza ejercida por unidad de área.   |
| ( ) Hidrodinámica     | g) Estudia los fenómenos asociados con fluidos confinados en un contenedor.                          |
| ( ) Hidrostática      | h) Movimiento continuo de gases o líquidos por canales o tuberías.                                   |
| ( ) Presión           | i) Volumen de fluido que circula por unidad de tiempo a través de la sección transversal de un tubo. |
| ( ) Flujo             | j) Estudia los fluidos en reposo.  |

**Instrucciones (3):** Completa los siguientes enunciados.

- a) La presión absoluta que existe en un recipiente cerrado es igual a la suma de la presión manométrica más la .....

# Bloque I

## Explicas el comportamiento de los fluidos

- b) La densidad se define como el cociente que resulta de dividir la masa de una sustancia dada entre el valor de su .....
- c) Al estar nadando en una alberca, se observa que a medida que es mayor la profundidad, se incrementa el valor de la llamada presión
- d) Bernoulli comprobó que cuanto mayor es la velocidad de un fluido, menor es su .....

**Instrucciones (4):** Resuelve los siguientes problemas en tu cuaderno.

- a) Determina la densidad de un cuerpo cuya masa es de  $1/2$  kg y tiene un volumen de  $45 \text{ cm}^3$ , expresa tu resultado en el sistema internacional.
- b) En el cuerpo humano el flujo sanguíneo es de 5 litros de sangre por minuto, determina:
- El área de la sección transversal de la aorta, si la sangre en ese vaso tiene una velocidad de  $28 \text{ cm/s}$ .
  - La velocidad del flujo sanguíneo en la vena cava inferior, sabiendo que su sección transversal es de  $2.5 \text{ cm}^2$  de la aorta.
- c) Una tubería de  $5 \text{ cm}$  de diámetro conduce un líquido a una velocidad de  $20 \text{ cm/s}$ . ¿Cuál es su gasto?
- d) Por una tubería de  $8 \text{ cm}$  de diámetro fluye agua a razón de  $4 \text{ m/s}$ , en un punto determinado se reduce el diámetro a  $4 \text{ cm}$ . ¿Cuál es su velocidad en el tubo pequeño?

**Instrucciones (5):** Analiza cada enunciado y contesta justificando la respuesta.

- a) Para medir la presión sanguínea del cuerpo humano, ¿qué lugar se recomienda para dicha medición y por qué?

.....  
.....

- b) Cuando bebemos agua o refresco usando un popote, ¿qué es exactamente lo que hace posible que funcione el popote?

.....

.....

c) ¿Cómo vinculas las preguntas a y b con los temas estudiados?

.....

.....



*Para verificar los logros obtenidos en esta actividad y realizar tu autoevaluación consulta la sección de Retroalimentación al final del libro.*



*Guarda el desarrollo y solución de esta actividad en tu portafolio de evidencias.*

Si de la actividad anterior obtuviste de 28 a 23 aciertos, considera tu resultado como *excelente*, de 22 a 19 como *bien*, si tienes de 18 a 15 como *regular* y si tus respuestas correctas fueron menos de 14, considera tu desempeño como *no suficiente*, lo que exige que refuerces tus conocimientos previos.

¿Cómo evalúas el nivel de tus conocimientos previos en función de las respuestas correctas que tuviste?	Excelente	
	Bien	
	Regular	
	No suficiente	



# Bloque II

Identificas diferencias entre  
calor y temperatura



### Introducción

En este bloque estudiaremos los conceptos de temperatura y calor, las escalas de temperaturas, las unidades de medidas, los fenómenos de dilatación que sufren los cuerpos, la forma de propagación del calor; analizaremos y resolveremos problemas relacionados con la temperatura y el calor, debido a los procesos de transferencia de la energía, tomando en cuenta el calor específico y la masa que poseen los cuerpos.

Relacionarás el movimiento de las moléculas con la temperatura y valorarás la importancia de medirla con precisión; además conocerás los efectos del calor sobre un cuerpo con base en sus características, así como la problematización que producen los cambios de temperatura en el medio ambiente.

Te has dado cuenta que cuando realizas algún ejercicio físico tu cuerpo aumenta de temperatura y sientes calor, y a medida que realizas más ejercicio ¿cuáles son los efectos que tiene el calor sobre tu cuerpo? ¿Qué cambios observas cuando tienes mucho calor?



## ¿Qué aprenderás y cómo organizarás tu estudio?

### Bloque II

Tiempo

20  
horas

#### Contenidos curriculares que se abordan

1. El calor y la temperatura
2. La dilatación térmica
3. El calor específico
4. Procesos termodinámicos

#### Competencias disciplinares que se desarrollan

- Obtiene, registra y sistematiza la información para responder a la pregunta de carácter científico, consultando fuentes relevantes y realizando experimentos pertinentes.
- Identifica problemas, formula preguntas de carácter científico y plantea las hipótesis necesarias para responderlas.
- Valora las preconcepciones personales o comunes sobre diversos fenómenos naturales a partir de evidencias científicas.

#### Evaluación del aprendizaje

Durante este bloque realizarás 6 actividades de aprendizaje y una de autoevaluación, con las cuales evidenciarás la adquisición de las competencias especificadas:

- *Actividad de aprendizaje 1.* El calor y la temperatura.
- *Actividad de aprendizaje 2.* Escalas de temperatura.
- *Actividad de aprendizaje 3.* Calor.
- *Actividad de aprendizaje 4.* Dilatación de los cuerpos.
- *Actividad de aprendizaje 5.* Capacidad calorífica.
- *Actividad de aprendizaje 6.* Construcción de un termómetro.
- *Autoevaluación.*



### Para iniciar, reflexiona

¿Cómo explicas que cuando nos lavamos las manos por las mañanas podemos sentir que el agua que sale de la llave está fría, y si lo hacemos por la tarde, el agua está menos fría? Justifica tu respuesta.

.....

.....



### Aprende más

## El calor y la temperatura

Es común que reconozcas objetos que se encuentran a distinta temperatura y esto lo percibimos a partir del tacto, con el cual podemos sentir algo cuando está caliente o frío. Sin embargo, medir las cosas a través de nuestra sensación puede ser no muy confiable o preciso. Por eso usamos diferentes instrumentos de medición.

Para entender lo que es la temperatura, recordemos que la materia está compuesta por átomos y moléculas que se mueven continuamente y cuando se aceleran los átomos y moléculas pasan a un nivel de energía diferente, que es la energía cinética. Esta energía se relaciona con una propiedad que permite saber qué tan caliente o frío se encuentra una persona u objeto. Cuando aumenta la energía cinética de los átomos o moléculas, las cosas aumentan su temperatura.

La magnitud que nos permite identificar qué tan caliente o frío está un objeto o cuerpo es la *temperatura*, la cual es uno de los parámetros que describe el estado de un sistema. La temperatura es una propiedad que no depende de la cantidad de materia, por lo tanto es una propiedad de intensidad.

La *temperatura* es una magnitud física que nos indica qué tan caliente o frío se encuentra un cuerpo o sustancia.

Antiguamente, la medición de la temperatura se llevaba a cabo a partir del tacto, pero este método no era confiable debido a que dependía de la percepción de cada persona, así que se diseñaron y construyeron dispositivos llamados **termómetros** que nos permiten obtener la temperatura relativa de un cuerpo.



**Termómetro:** instrumento de cristal que contiene mercurio en su interior y se utiliza para medir la temperatura.



## Sabías que...

El primero en construir un termómetro en 1603 fue Galileo Galilei. Se trataba de una columna de agua encerrada en un tubo que se dilataba al aumentar la temperatura y se contraía cuando ésta disminuía.



Termómetro.



Termómetro de Galileo Galilei (1564-1642).



## Actividad de aprendizaje 1

**Instrucciones:** Lee detenidamente las indicaciones de los siguientes ejercicios, realiza las actividades que se te piden, anota las respuestas en tu cuaderno con orden y limpieza. Registra y reflexiona tus respuestas para que después las comentes con tus compañeros. Escucha con respeto las aportaciones de los demás para mejorar tu trabajo.

- Busca en tu casa aparatos electrodomésticos que tengan termómetros para regular la temperatura y realiza una lista de ellos, si no existieran, busca en libros y revistas, anota por lo menos tres.
- Investiga en libros de Física o materiales audiovisuales de Telebachillerato al menos tres tipos diferentes de termómetros y desarrolla en tu cuaderno los si-

güentes puntos: Dibujo del termómetro, nombre del termómetro, rango de temperatura que mide, material con que está construido y dónde se usa.



Para verificar los logros obtenidos en esta actividad y realizar tu autoevaluación consulta la sección de Retroalimentación al final del libro.



Guarda el desarrollo y solución de esta actividad en tu portafolio de evidencias.



Reflexionemos sobre la actividad

### ¿De qué te das cuenta?

Si una persona se sintiera con temperatura alta, y no cuentas con un termómetro, ¿qué harías para comprobarlo?

.....

.....

.....

.....



### Aprende más

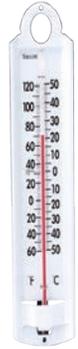
#### Escalas de temperatura

Para medir la temperatura hay diferentes escalas, la más usual es la Celsius, creada en 1742 por el astrónomo sueco Anders Celsius, que marca 0°C cuando el agua se congela y 100°C cuando ésta hierve. La distancia entre los dos límites se divide en cien partes iguales. Cada una corresponde a un grado centígrado. Esta escala es la que utilizamos en nuestro país.

Anders Celsius  
(1701-1744).



En Estados Unidos y en Europa se utiliza la *escala Fahrenheit*; fué establecida por el físico holandés-alemán Gabriel Daniel Fahrenheit en 1724. Que marca el 0° en el punto de congelación de una mezcla de agua con sal y 96° a la temperatura del cuerpo (este valor después se cambió a 98.6°). Esta escala divide la diferencia entre los puntos de fusión y de ebullición del agua en 180 intervalos iguales. A su vez, el intervalo 32° corresponde a la temperatura a la que el hielo se derrite y 212° a la temperatura de ebullición del agua. Estas dos escalas se conocen como *relativas* debido a que contienen valores positivos y negativos. La relación entre la escala Celsius y la escala Fahrenheit es:



Grados Fahrenheit y Celsius.

$$\frac{^{\circ}\text{C}}{100} = \frac{(^{\circ}\text{F} - 32)}{180}$$

Para convertir temperaturas entre las escalas mencionadas se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9} (^{\circ}\text{F} - 32) \quad \quad \quad ^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5} ^{\circ}\text{C} + 32$$

**Ejemplo 1:** Si la temperatura interior en una casa es de 10°C, ¿cuál será la temperatura en escala Fahrenheit?

**Solución:**

<i>Datos (1)</i>	<i>Incógnita (2)</i>	<i>Fórmula (3)</i>	<i>Sustitución (4)</i>	<i>Solución (5)</i>
$T = 10^{\circ}\text{C}$	$T \text{ en } ^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5} ^{\circ}\text{C} + 32$	$^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5} (10) + 32$	La temperatura en escala Fahrenheit es $T = 50^{\circ}\text{F}$

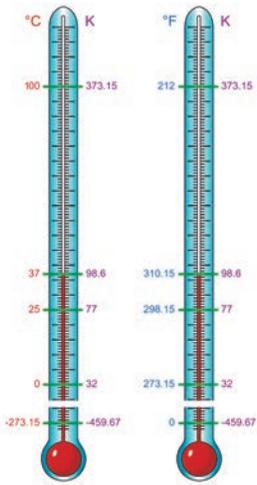
**Ejemplo 2:** La temperatura en verano en la ciudad de Monterrey ha llegado a alcanzar los 110°F. Expresa esta temperatura en grados Celsius.

**Solución:**

<i>Datos (1)</i>	<i>Incógnita (2)</i>	<i>Fórmula (3)</i>	<i>Sustitución (4)</i>	<i>Solución (5)</i>
$T = 110^{\circ}\text{F}$	$T \text{ en } ^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9} (^{\circ}\text{F} - 32)$	$^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9} (110 - 32)$	La temperatura en escala Celsius es $T = 43.33^{\circ}\text{C}$

# Bloque II

## Identificas diferencias entre calor y temperatura



La *escala Kelvin*, preferida por los científicos y aceptada por el Sistema Internacional de Unidades, fue creada en 1848 por el físico inglés William Thomson, Lord Kelvin, la cual se construye con base en la energía y no toma como referencia la ebullición o la congelación del agua. El número cero se asocia con la temperatura más baja posible y se liga con el estado en el que una sustancia no tiene absolutamente nada de energía cinética (cero absoluto); como la energía cinética no puede ser negativa, esta escala no tiene números negativos.

Las unidades en la escala Kelvin son de la misma equivalencia que las unidades de la escala Celsius y se simbolizan con la letra K. La temperatura de fusión del hielo es de 273.15 K, de tal forma que cero grados Kelvin corresponden a  $-273.15^{\circ}\text{C}$ . La relación entre la escala Celsius y la escala Kelvin es:

Escala Kelvin (K).

$$K = ^{\circ}\text{C} + 273 \quad ^{\circ}\text{C} = K - 273$$

**Ejemplo 1:** La temperatura del cuerpo humano es aproximadamente de  $37^{\circ}\text{C}$ . Expresa esta temperatura en escala Kelvin (K).

**Solución:**

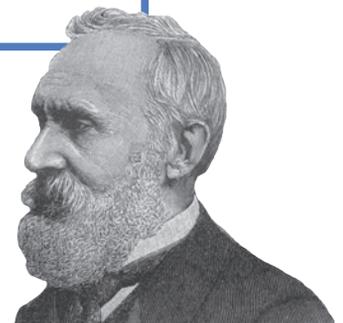
Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$T = 37^{\circ}\text{C}$	$T$ en K	$K = ^{\circ}\text{C} + 273$	$K = 37 + 273$	La temperatura en escala Kelvin es: $T = 310\text{ K}$

**Ejemplo 2:** El punto de fusión de aluminio es aproximadamente 933 K. ¿Cuál es el valor en grados Celsius?

**Solución:**

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$T = 933\text{ K}$	$T$ en $^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C} = K - 273$	$^{\circ}\text{C} = 933 - 273$	La temperatura en escala Celsius es $T = 660^{\circ}\text{C}$

William Thomson, Lord Kelvin (1824-1907).



La *escala Rankine* fue inventada por el físico e ingeniero escocés William Rankine en 1859, y se define midiendo en grados Fahrenheit sobre el cero absoluto. En esta escala tampoco se introducen valores negativos de temperatura, por lo que a ambas se consideran escalas de temperatura absoluta.

La relación entre la escala Rankine y la escala Fahrenheit es:

$$^{\circ}\text{R} = ^{\circ}\text{F} + 460$$

**Ejemplo:** La temperatura de ebullición del agua es de  $212^{\circ}\text{F}$ , ¿cuál será la temperatura en escala Rankine?

**Solución:**

<i>Datos (1)</i>	<i>Incógnita (2)</i>	<i>Fórmula (3)</i>	<i>Sustitución (4)</i>	<i>Solución (5)</i>
$T = 212^{\circ}\text{F}$	$T \text{ en } ^{\circ}\text{R}$	$^{\circ}\text{R} = ^{\circ}\text{F} + 460$	$^{\circ}\text{R} = 212 + 460$	La temperatura en escala Rankine es $T = 672^{\circ}\text{R}$



## Actividad de aprendizaje 2

**Instrucciones (1):** Escribe en la línea la fórmula que corresponda a cada conversión de unidades termométricas absolutas y relativas. Observa los ejemplos.

De Fahrenheit a Rankine:

.....  
 $^{\circ}\text{R} = ^{\circ}\text{F} + 460$

De Kelvin a Rankine:

.....  
 $^{\circ}\text{R} = (\text{K} - 273) \left( \frac{9}{5} \right) + 492$

De Celsius a Rankine:

.....

De Celsius a Kelvin:

.....

De Fahrenheit a Celsius:

.....

De Kelvin Fahrenheit:

.....

De Rankine a Fahrenheit:

.....

De Rankine a Celsius:

.....

**Instrucciones (2):** Completa la tabla escribiendo en el espacio en blanco el valor de la temperatura correspondiente.

Temperatura	°C	°F	K	°R
Temperatura de ebullición del oro			3129	
Temperatura de ebullición del n-butanol	117.4			
Temperatura corporal del cuerpo humano		98.6		
Temperatura de ebullición del agua en la ciudad de Puebla			366	
Temperatura ambiente en la ciudad de Puebla				18



*Para verificar los logros obtenidos en esta actividad y realizar tu autoevaluación consulta la sección de Retroalimentación al final del libro.*



*Guarda el desarrollo y solución de esta actividad en tu portafolio de evidencias.*



### Sabías que...

El físico inglés James Joule fue el primero en establecer la equivalencia entre el *calor* y el *trabajo* como energía cinética.

James Joule  
(1818-1889).





## Aprende más

### ¿Qué es el calor?

En muchas ocasiones sentimos que está haciendo demasiado calor y pensamos que deberíamos ir a nadar o a comprar un helado, pero ¿sabemos qué es el calor? Cuando dos cuerpos que están a diferentes temperaturas se ponen en contacto entre sí, hay una transferencia de energía del objeto más caliente al más frío, y no a la inversa, hasta alcanzar el equilibrio que se produce cuando ambos cuerpos tienen la misma temperatura. Se transfiere de tal forma que después de cierto tiempo alcanzan una misma temperatura, a este fenómeno se le llama *equilibrio térmico*.

El *calor* es la transferencia de energía de un cuerpo a otro debido a que hay una diferencia de temperatura entre ambos.

El calor involucra una transferencia de energía interna de un lugar a otro. La energía interna ( $U$ ) es la energía asociada con los átomos y moléculas del cuerpo. La energía interna incluye a la energía cinética y potencial, asociadas con los movimientos de translación, rotación y vibratorios que se presentan de manera aleatoria por las partículas que forman al cuerpo y cualquier energía potencial que genere enlaces manteniendo a las partículas unidas.

*Unidades del calor.*

			Sistemas de unidades	
			Internacional	Cegesimal
Calor	→		Joule (J)	Ergios

Sin embargo, las unidades que se suelen utilizar son calorías (cal), kilocalorías (kcal).

Algunos equivalentes del calor en las unidades anteriores son:

$$\begin{aligned}
 1 \text{ cal} &= 4.18 \text{ J} \\
 1 \text{ kcal} &= 41800 \text{ J} \\
 1 \text{ kcal} &= 1000 \text{ calorías}
 \end{aligned}$$

La transferencia de calor entre los cuerpos, se realiza de tres formas diferentes:

### 1 Conducción

Es el proceso mediante el cual el calor se transfiere directamente a través de un material, sin ningún movimiento neto del material. Por ejemplo, si acercas una varilla de metal a una flama, el calor que la flama emite se conduce al metal y éste a tu mano.



Conducción.

### 2 Radiación

Es el proceso por el que los cuerpos emiten energía que puede propagarse por el vacío. La energía radiante se transporta mediante ondas electromagnéticas. Por ejemplo, por la radiación nos llega el calor del sol, así como también por la radiación podemos sentir el calor que se desprende de un foco encendido si acercamos la mano.



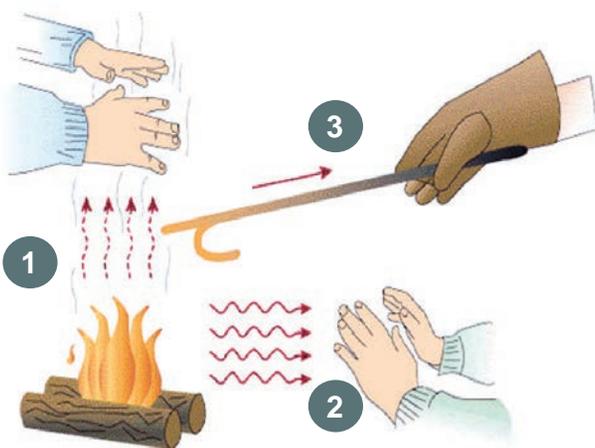
Radiación.

### 3 Convección

Es el proceso por el cual el calor se transfiere a través de un fluido por el movimiento del mismo. Por ejemplo, cuando se pone a calentar un recipiente con agua, ésta al calentarse en la parte inferior se dilata y disminuye su densidad, por lo que el agua caliente asciende y transporta así el calor de la parte inferior a la parte superior, generando un movimiento interno de las partículas.



Convección



Las tres formas de transmisión del calor.



### Sabías que...

El agua apaga el fuego porque absorbe el calor. Para que exista fuego se necesitan tres elementos: el combustible, oxígeno y calor. Si uno de éstos desaparece, el fuego se extinguirá. El agua absorbe el calor para pasar de un estado líquido al gaseoso y por esta acción el fuego se apaga.



### Actividad de aprendizaje 3

**Instrucciones:** Completa la siguiente tabla de conversión de unidades de calor. Realiza las operaciones necesarias en tu cuaderno. Registra y reflexiona sobre tus respuestas para que después comentes con tus compañeros de clase; escucha sus aportaciones para mejorar tu trabajo.

J	cal	kcal
	100	
		200
500		



Para verificar los logros obtenidos en esta actividad y realizar tu autoevaluación consulta la sección de Retroalimentación al final del libro.



Guarda el desarrollo y solución de esta actividad en tu portafolio de evidencias.



Reflexionemos sobre la actividad

### ¿De qué te das cuenta?

Analiza y escribe lo que entiendes por el concepto de contenido energético en los alimentos, el cual se expresa en unidades de calorías (cal) o kilojoules (kJ).

.....

.....

.....



Aprende más

## Dilatación de los cuerpos

La mayoría de los materiales se expanden cuando su temperatura aumenta, y se contraen cuando la temperatura disminuye. Esto ocurre porque al calentarse las moléculas se mueven más rápido y ocupan mayor espacio y esto hace que el cuerpo se expanda, y cuando se enfría, las moléculas se mueven más lento y los materiales se contraen, este fenómeno se conoce como dilatación, está estrechamente relacionado con los cambios de temperatura de los cuerpos.

Los arquitectos y los ingenieros civiles toman en cuenta los efectos de la dilatación térmica, por ejemplo, cuando se diseñan los rieles de un tren, se deja cierto espacio entre las uniones con el propósito de permitir la dilatación y evitar que la estructura del riel se deforme.

*Dilatación térmica* es el aumento que experimenta en sus dimensiones un cuerpo cuando aumenta la temperatura, permaneciendo la presión constante.

Los sólidos se dilatan aumentando su longitud principalmente, aunque también pueden dilatarse en su superficie o volumen. Al igual que los sólidos, los líquidos y los gases también aumentan o disminuyen su volumen, sin embargo, los gases se dilatan más que los líquidos.

## Dilatación lineal

Se ha comprobado experimentalmente que al aumentar la temperatura de una barra, aumenta su longitud y este aumento es proporcional a su longitud inicial y al aumento de su temperatura. A dicho proceso se le conoce como *dilatación lineal* y se expresa matemáticamente de la siguiente manera:

$$\Delta L = \alpha L_i \Delta T$$

donde:

$\Delta L$  es la variación de longitud.

$\alpha$  es el coeficiente de proporcionalidad conocido como el coeficiente de dilatación

lineal es específico para cada material o sustancia como se muestra en la tabla 2.1.

$L_i$  es la longitud inicial.

$\Delta T$  es la variación de la temperatura.

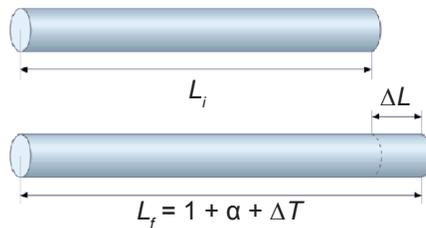
$\Delta L$  es la variación de la longitud.

La variación de la longitud es la diferencia entre la longitud final,  $L_f$  y la longitud inicial,  $L_i$ :

$$\Delta L = L_f - L_i$$

La variación de la temperatura  $\Delta T$  es la diferencia entre la temperatura final,  $T_f$  y la temperatura inicial,  $T_i$ :

$$\Delta T = T_f - T_i$$



Fórmula de dilatación lineal.

Tabla 2.1. Coeficiente de dilatación lineal de algunos de los materiales más usuales.

Material	$\alpha$ ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ )
Concreto	$0.7 - 1.2 \times 10^{-5}$
Plata	$2.0 \times 10^{-5}$
Oro	$1.5 \times 10^{-5}$
Invar	$0.04 \times 10^{-5}$
Plomo	$3.0 \times 10^{-5}$
Zinc	$2.6 \times 10^{-5}$
Hielo	$5.1 \times 10^{-5}$
Aluminio	$2.4 \times 10^{-5}$
Latón	$1.8 \times 10^{-5}$
Cobre	$1.7 \times 10^{-5}$
Vidrio	$0.4 - 0.9 \times 10^{-5}$
Hierro	$1.2 \times 10^{-5}$
Cuarzo	$0.04 \times 10^{-5}$
Acero	$1.2 \times 10^{-5}$

**Ejemplo 1:** Un puente de concreto se encuentra a una temperatura de  $9^{\circ}\text{C}$  y mide 72 m. Si la temperatura aumenta a  $25^{\circ}\text{C}$ , ¿cuál es la dilatación lineal?

**Solución:**

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$T_i = 9^{\circ}\text{C}$ $T_f = 25^{\circ}\text{C}$ $L_i = 72\text{ m}$ $\alpha = 1.2 \times 10^{-5}\text{C}^{-1}$	$\Delta L$	$\Delta L = \alpha L_i \Delta T$	$\Delta T = 25^{\circ}\text{C} - 9^{\circ}\text{C} = 16^{\circ}\text{C}$ $\Delta L = (1.2 \times 10^{-5})(72\text{ m})(16^{\circ}\text{C})$
<b>Solución (5)</b> La dilatación es 0.01382 m			

**Ejemplo 2:** Una barra de plata a 20°C tiene una longitud de 1 m, ¿cuál será su longitud al aumentar la temperatura a 45°C?

**Solución:**

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$T_i = 20^\circ\text{C}$ $T_f = 45^\circ\text{C}$ $\Delta T = 25^\circ\text{C}$  $L_i = 1\text{ m}$  $\alpha = 2 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	$L_f$	$L_f = L_i [ 1 + \alpha (T_f - T_i) ]$	$L_f = (1) [ 1 + 2 \times 10^{-5} (45 - 20) ]$
<b>Solución (5)</b> La longitud final es 1.0005 m			

### Dilatación superficial

Cuando en los cuerpos sólidos con un área inicial se aumenta su temperatura en un grado Celsius, (1°C) los lados sufren dilatación superficial ( $\gamma$ ), por ejemplo, en los rieles de los ferrocarriles como se muestra en la figura de abajo, cuando se calientan aumentan sus dimensiones y se tiene dilatación. Si se conoce el coeficiente de dilatación lineal podemos expresar el *coeficiente de dilatación superficial*:

$$\gamma = 2\alpha$$

$$\Delta A = \gamma A_i \Delta T$$



Espacios de dilatación en el diseño de rieles de tren.

donde:

---


$$\Delta A = A_f - A_i \rightarrow \text{Variación de la superficie (aumento o contracción del área)}$$


---

$$A_f \rightarrow \text{Área final}$$


---

$$A_i \rightarrow \text{Área inicial}$$


---

$$\alpha \rightarrow \text{Coeficiente de dilatación lineal}$$


---

$$\Delta T = T_f - T_i \rightarrow \text{Variación de la temperatura}$$


---

$$T_f \rightarrow \text{Temperatura final}$$


---

$$T_i \rightarrow \text{Temperatura inicial}$$

Al conocer el coeficiente de dilatación superficial del objeto, se puede calcular el área final que tendrá el objeto utilizando la siguiente fórmula:

$$A_f = A_i [ 1 + 2\alpha (T_f - T_i) ]$$

**Ejemplo:** A una temperatura de 20°C, una puerta de aluminio tiene 2 m de largo y un 1 m de ancho, ¿cuál será su área en un día de invierno cuando la temperatura es de 12°C?

**Solución:**

<p><b>Datos (1)</b></p> <p><math>T_i = 20^\circ\text{C}</math>  <math>T_f = 12^\circ\text{C}</math>  <math>\Delta T = -8^\circ\text{C}</math></p> <p><math>Largo = 2\text{ m}</math>  <math>Ancho = 1\text{ m}</math></p> <p><math>A_i = 2\text{ m}^2</math>  <math>\alpha = 2.24 \times 10^{-5}\text{C}^{-1}</math></p>	<p><b>Incógnita (2)</b></p> <p><math>A_f</math></p>	<p><b>Fórmula (3)</b></p> <p><math>A_f = A_i [ 1 + 2\alpha (T_f - T_i) ]</math></p>
<p><b>Sustitución (4)</b></p> <p><math>L_f = (2) [ 1 + 2(2.24 \times 10^{-5}\text{C}^{-1})(-8) ]</math></p>		<p><b>Solución (5)</b></p> <p>La longitud final es  <math>1.9999\text{ m}^2</math></p>

## Dilatación volumétrica

Los sólidos, líquidos, gases tienen un incremento de volumen al aumentar la temperatura, este fenómeno se conoce como *dilatación volumétrica* ( $\beta$ ), el cual se refiere al aumento que experimenta cada unidad de volumen de la sustancia al aumentar en 1°C su temperatura.

Si se conoce el coeficiente de dilatación lineal de un sólido, se puede calcular el coeficiente de dilatación volumétrica a partir de la siguiente relación.

$$\beta = 3\alpha$$

Para calcular la dilatación volumétrica:

$$\Delta V = \beta V_i \Delta T \quad \text{o} \quad \Delta V = 3\alpha V_i \Delta T$$

Donde:

$\Delta V = V_f - V_i$	→ Variación del volumen (aumento o contracción del volumen)
$V_f$	→ Volumen final
$V_i$	→ Volumen inicial
$\alpha$	→ Coeficiente de dilatación lineal
$\Delta T = T_f - T_i$	→ Variación de la temperatura
$T_f$	→ Temperatura final
$T_i$	→ Temperatura inicial

Podemos encontrar el volumen final de un sólido, líquido o un gas a partir de la siguiente expresión:

$$V_f = V_i [ 1 + \beta (T_f - T_i) ] \quad \text{o} \quad V_f = V_i [ 1 + 3\alpha (T_f - T_i) ]$$

El valor del coeficiente lo puedes encontrar en la tabla 2.1.

**Ejemplo:** Una esfera de vidrio cuyo coeficiente volumétrico es  $\beta = 3.5 \times 10^{-5} \text{C}^{-1}$  a  $20^\circ\text{C}$  tiene un volumen de  $0.3 \text{ m}^3$ , ¿cuál será su volumen a una temperatura de  $40^\circ\text{C}$ ? ¿Cuánto se dilató?

**Solución:**

<i>Datos (1)</i>	<i>Incógnita (2)</i>	<i>Fórmula (3)</i>
$T_i = 20^\circ\text{C}$ $T_f = 40^\circ\text{C}$ $\Delta T = 20^\circ\text{C}$  $V_i = 0.3 \text{ m}^3$ $\alpha = 4.45 \times 10^{-5} \text{C}^{-1}$	$V_f$  $\Delta V$	$V_f = V_i [ 1 + \beta (T_f - T_i) ]$  $\Delta V_i = V_f - V_i$
<p align="center"><b>Sustitución (4)</b></p> $V_f = (0.3) [ 1 + (3.45 \times 10^{-5})(40-20) ]$  $\Delta V = 0.300207 - 300 = 0.000207$	<p align="center"><b>Solución (5)</b></p> <p>El volumen final es <math>0.300207 \text{ m}^3</math></p> <p>La dilatación es <math>0.000207 \text{ m}^3</math></p>	



## Sabías que...

Los tanques de gas propano deben ser llenados a menor volumen de su capacidad (hasta 90%), ya que al exponerse al calor de los rayos del sol, su contenido gaseoso se expande (dilata), generando presión en las paredes del tanque.



Tanque de gas propano.

## Dilatación irregular del agua

Generalmente, los líquidos aumentan de volumen cuando aumenta su temperatura y tienen coeficiente de expansión volumétrica unas diez veces más que los sólidos. El agua es una excepción de esta regla, ya que ésta no se comporta de la misma manera entre  $0^{\circ}\text{C}$  y  $4^{\circ}\text{C}$ , el agua se contrae. En la vida cotidiana este fenómeno se observa cuando se introduce una botella de agua en el congelador a enfriar y si se olvida sacar te darás cuenta que al disminuir la temperatura aumenta su volumen.



El agua aumenta su volumen al congelarse.

Sobre  $4^{\circ}$  predomina la expansión térmica con la consiguiente disminución de la densidad. Las variaciones de densidad con la temperatura tienen una profunda repercusión en el medio ambiente. Este comportamiento térmico poco común del agua, se puede utilizar para explicar por qué un lago se congela lentamente de arriba hacia abajo. El agua a  $4^{\circ}$ , que es más densa, se sumerge hasta el fondo, mientras que el agua sobre  $4^{\circ}\text{C}$ , sube a la parte superior.

Cuando el agua se congela permanece en la superficie debido a que el hielo es menos denso que el agua, formando una capa aislante que evita que el agua interior se congele. Además, el hielo forma una capa de aislamiento que retarda la pérdida de calor del agua subyacente, ofreciendo protección térmica a la vida marina.



## Actividad de aprendizaje 4

**Instrucciones:** Resuelve los siguientes ejercicios realizando las anotaciones necesarias en tu libreta o cuaderno con orden y limpieza. Registra y reflexiona tus respuestas para que después las comentes con tus compañeros de clase.

1. La longitud de un puente de concreto es de 1 km a una temperatura de  $20^{\circ}\text{C}$ .  
¿Cuál es la longitud cuando la temperatura es de  $38^{\circ}\text{C}$ ?

2. Se tienen 3 barras de diferentes materiales a una misma temperatura inicial, realiza las operaciones necesarias y completa la tabla que se muestra a continuación.

Barra	Longitud inicial (m)	Temperatura inicial ( $^{\circ}\text{C}$ )	Temperatura final ( $^{\circ}\text{C}$ )	Longitud final (m)	Dilatación
Acero	10	20	60		
Hierro	10	20	60		
Aluminio	10	20	60		

¿Cuál barra se dilató más? ¿Por qué?

.....

.....

3. Una lámina de cobre tiene un área de  $0.32\text{ m}^2$  a una temperatura de  $10^{\circ}\text{C}$ . ¿Cuál será su área si la temperatura aumenta a  $32^{\circ}\text{C}$ ?
4. Un anillo de concreto tiene un diámetro de 2 m cuando la temperatura es de  $25^{\circ}\text{C}$ . ¿Cuál será su diámetro si la temperatura disminuye a  $10^{\circ}\text{C}$ ?
5. Un balón de acero a  $20^{\circ}\text{C}$  tiene un volumen de  $0.004\text{ m}^3$ . ¿Cuál es la dilatación que sufre cuando su temperatura aumenta a  $50^{\circ}\text{C}$ ?



*Para verificar los logros obtenidos en esta actividad y realizar tu autoevaluación consulta la sección de Retroalimentación al final del libro.*



*Guarda el desarrollo y solución de esta actividad en tu portafolio de evidencias.*



## Aprende más

### Capacidad calorífica

En una cocina realiza el siguiente experimento: en un recipiente adecuado para calentar, hierva 500 ml de agua; luego sumerge una cuchara de metal a la mitad por 15 segundos, saca la cuchara y sécala, ahora siente la temperatura de la cuchara. Repite el mismo experimento pero ahora sumerge una cuchara de madera de aproximadamente el mismo tamaño. ¿Qué puedes concluir sobre la temperatura de las cucharas? Seguramente pudiste sentir que la temperatura de la cuchara de madera no fue la misma que la de metal, esto se debe a que cada sustancia necesita absorber cierta cantidad de calor para aumentar su temperatura en un grado Celsius. A esta cantidad de calor se le conoce como *capacidad calorífica*.

La *capacidad calorífica* ( $C$ ) es la cantidad de energía calorífica necesaria para elevar un grado Celsius la temperatura de una sustancia.

Matemáticamente se expresa como:

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

donde:

		<b>Unidades en el sistema internacional</b>
$C$	→ Capacidad calorífica	J/K (joule/kelvin)
$Q$	→ Calor	J (joule)
$\Delta T$	→ Cambio de temperatura	K (kelvin)
$\Delta T = T_f - T_i$		

También se pueden utilizar otras unidades como son:  $J/^{\circ}C$ ,  $cal/^{\circ}C$ ,  $kcal/^{\circ}C$ .

**Ejemplo:** Una pulsera de plata requiere 100 calorías para aumentar su temperatura de  $20^{\circ}C$  a  $75^{\circ}C$ , ¿cuál es su capacidad calorífica?

**Solución:**

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$T_i = 20^\circ\text{C}$ $T_f = 75^\circ\text{C}$ $\Delta T = 55^\circ\text{C}$ $Q = 100 \text{ cal}$	C	$C = \frac{Q}{\Delta T}$	$C = \frac{100 \text{ cal}}{55^\circ\text{C}}$	La capacidad calorífica es $1.818 \text{ cal}/^\circ\text{C}$

## Calor específico

Si calentamos una sustancia, *la capacidad calorífica* no cambia cuando se tiene la misma masa, pero si la masa de dicha sustancia varía, la cantidad de calor absorbido será diferente; es decir, la cantidad de masa determina la cantidad de calor requerida para variar su temperatura. A esta cantidad se le llama *calor específico*.

El *calor específico* es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de una unidad de masa de una sustancia en un grado Celsius ( $1^\circ\text{C}$ ).

El calor específico se relaciona con la capacidad calorífica mediante  $C_e = \frac{C}{m}$

Sustituyendo la expresión de la capacidad calorífica escribimos el calor específico en función del calor como:

$$C_e = \frac{Q}{m \Delta T}$$

Para cada sustancia la capacidad calorífica es única, como se muestra en la tabla 2.2, entonces, la ecuación anterior nos permite determinar el calor en función del calor específico:

$$Q = m C_e \Delta T$$

donde:

### Unidades del sistema internacional

Q	→ Calor	J (joule)
m	→ Masa	kg (kilogramo)

Unidades del sistema internacional

$C_e$	→ Calor específico	J/kg · K (joule/kilogramo · kelvin)
$C$	→ Capacidad calorífica	J/K (joule/kelvin)
$\Delta T$	→ Cambio de temperatura	K (kelvin)

También se pueden utilizar otras unidades como son: J/kg·°C y cal/g·°C.

En la siguiente tabla se dan valores de calor específico y temperaturas de fusión y ebullición.

Tabla 2.2. Calores específicos, temperaturas de fusión y ebullición.

Sustancia	Calor específico		Temperatura de fusión	Temperatura de ebullición
	cal/g·°C	J/kg·K	°C	°C
Agua (líquida)	1.00	4180	0	100
Agua (hielo)	0.49	2050	0	100
Agua (vapor)	0.47	1960	0	100
Alcohol etílico	0.59	2450	-114	106
Oxígeno	-	-	-219	-18.3
Bronce	0.086	360	-	-
Oro	0.03	130	-	-
Aluminio	0.22	900	658.7	9220
Hierro	0.11	450	1530	6300
Plata	0.06	240	-	-
Plomo	0.031	130	327.3	880
Cobre	0.093	389	108.3	5410
Agua de mar	0.945	-	-	-
Aire	0.24	1010	-	-
Madera	0.42	1760	-	-
Vidrio	0.094	-	-	-

**Ejemplo:** ¿Cuánto calor se requiere para aumentar la temperatura, de 20°C a 75°C, a 2 kg de hierro?

**Solución:**

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$T_i = 20^\circ\text{C}$ $T_f = 75^\circ\text{C}$ $\Delta T = 55^\circ\text{C}$			
$Q = 100 \text{ cal}$ $m = 2 \text{ kg}$ $= 2000 \text{ g}$	Q	$Q = m C_e \Delta T$	$Q = (2000)(0.113)(55)$
$C_e = 0.113 \text{ cal/g}\cdot^\circ\text{C}$			

**Solución (5)**

La cantidad de calor que se requiere es  $Q = 12430 \text{ cal}$

## Cambio de fases

La materia, como podemos observar en nuestro entorno, se encuentra en tres estados característicos, que son: sólido, líquido y gaseoso. Al cambiar la energía en el entorno, los elementos y los compuestos pueden cambiar del estado de agregación en el que se encuentran a otro. Este cambio se denomina *cambio de fase*.

Siempre que no se descompongan a elevadas temperaturas, todas las sustancias pueden existir en cualquiera de los tres estados cuando se encuentran en condiciones adecuadas de presión y temperatura. En algunas situaciones, sin embargo,

la transferencia de energía no da lugar a un cambio de temperatura. Esto ocurre cuando las características físicas de las sustancias cambian de una forma a otra lo que se conoce como cambio de fase. Algunos cambios de fases comunes son de sólido a líquido (fusión), de líquido a gas (ebullición), de líquido a sólido (solidificación). En todos esos cambios de fase aparece un cambio de energía interna pero no de temperatura.



Los cambios de fases se realizan suministrando o extrayendo energía, acción que consiste en separar o juntar las moléculas de la sustancia que va a cambiar de fase.

¿Qué observas al sacar una paleta de hielo del congelador? ¿Qué pasaría si dejas la paleta por 5 minutos fuera del congelador? ¿Qué cambios de fase identificas?

### Calor latente de un cambio de fase

La cantidad de calor que se necesita para que se produzca un cambio de fase por unidad de masa se conoce como calor latente, y se representa con la letra L.

El *calor latente* es la relación entre la cantidad de calor que se absorbe o se libera y la masa del material que experimenta el cambio de fase.

Se expresa como:

$$L = \frac{Q}{m}$$

El calor que se absorbe o se libera se calcula como:

$$Q = L m$$

donde:

		Unidades del sistema internacional
$L$	→ Calor latente	J/kg (joule/kilogramo)
$Q$	→ Calor	J (joule)
$m$	→ Masa	kg (kilogramo)

También se pueden utilizar otras unidades como son: cal/g, kcal/kg, etcétera.

Si dejamos una gelatina al sol, luego de cierto tiempo se hace líquida. Cuando una sustancia experimenta un cambio de fase sólido al líquido, el calor se denomina *calor latente de fusión*:

$$L_f = \frac{Q}{m} \quad \rightarrow \quad Q = L_f m$$

Por el contrario, si calentamos agua en un recipiente hasta hervir (punto ebullición), ¿qué puedes observar? Cuando el cambio es de líquido a vapor, se llama *calor latente de vaporización*:

$$L_v = \frac{Q}{m} \quad \rightarrow \quad Q = L_v m$$

Los valores del calor latente de fusión y vaporización para algunas sustancias se muestran a continuación (tabla 2.3).

Tabla 2.3. Calor latente de fusión y vaporización.

Sustancia	Calor latente de fusión		Calor latente de vaporización	
	cal/g	kJ/kg	cal/g·°C	kJ/kg·K
Agua (líquida)	-	334	-	2260
Alcohol etílico	-	106	-	846
Oxígeno	3.30	-	50.90	-
Oro	-	67	-	-
Aluminio	-	322 - 394	-	2300
Hierro	-	293	-	3060
Plata	-	109	-	-
Plomo	-	22.5	-	1750
Cobre	-	214	-	2360
Mercurio	-	11.73	-	356.7

**Ejemplo:** ¿Cuánto calor se requiere para fundir 10 kg de cobre, considerando su temperatura de fusión? (Tabla 2.3).

**Solución:**

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$L_f = 22.5 \text{ kJ/kg}$ $m = 10 \text{ kg}$	$Q$	$Q = L_f m$	$Q = (22.5)(10)$	El calor requerido es $Q = 225 \text{ kJ}$

### Calor cedido y absorbido de los cuerpos

En los laboratorios, la identificación de algunas sustancias se puede realizar midiendo el calor específico o bien midiendo el calor de transformación de una sustancia. Para lo cual se aplican técnicas como la denominada **calorimetría**, la cual fue introducida en 1790. El principio básico de la calorimetría es la *conservación de la energía*. En la medición del calor, se emplea un *calorímetro*.



El *calorímetro* mide el calor específico.



**Calorimetría:** procedimiento para medir el calor producido por una reacción química o un proceso físico.

Si ponemos un cuerpo caliente junto a uno frío, después de un tiempo ambos tendrán la misma temperatura y cuando esto sucede se ha alcanzado el equilibrio térmico. Al aplicar la *ley de conservación de la energía*, tendremos:

$$\text{Calor perdido} = \text{Calor ganado}$$

$$(\text{Por el cuerpo caliente}) = (\text{Por el cuerpo más frío})$$

$$Q_{\text{perdido}} = Q_{\text{ganado}}$$

**Ejemplo:** Se tienen 200 g de agua a 80°C y se combinan con 100 g de agua a 50°C. ¿Cuál es la temperatura de la mezcla?

**Solución:**

<b>Datos (1)</b>		<b>Incógnita (2)</b>	<b>Fórmula (3)</b>
$m_{H_2O} = 200 \text{ g}$	$m_{H_2O} = 50 \text{ g}$	$T_f$	$m_1 C_e (T_1 - T_f) = m_2 C_e (T_f - T_2)$
$T_{H_2O} = 80^\circ\text{C}$	$T_{H_2O} = 50^\circ\text{C}$		
$C_{e_{H_2O}} = 1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$	$C_{e_{H_2O}} = 1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$		
<b>Sustitución (4)</b>		<b>Solución (5)</b>	
$(200)(1)(80 - T_f) = (50)(1)(T_f - 40)$		La temperatura de la mezcla es 72°C	
$16000 - 200T_f = 50 T_f - 2000$			
$- 200T_f - 50 T_f = - 2000 - 16000$			
$-250 T_f = -18000$			
$T_f = -18000/-250 = 72$			

### Cambio climático

El ambiente ha experimentado alteraciones que amenazan a la salud y a la vida de todos los organismos del planeta. Entre los más importantes está el daño de la capa estratosférica de ozono, la pérdida de especies de flora y fauna, la disminución de reserva de agua dulce, la degradación de los suelos y, sin duda, el calentamiento global.



Las olas de calor ocasionan sequía en el campo y pérdidas en la agricultura.



En México, la deshidratación es una causa de mortalidad infantil.



Existe una relación entre el surgimiento de huracanes y los cambios de temperatura en las aguas oceánicas.

El incremento global de la temperatura a través del tiempo no solamente produce un clima más caliente, sino también más seco. Igualmente produce un calentamiento errático, con cambios extremos que van desde temperaturas muy bajas hasta temperaturas muy altas en una misma área geográfica, además de una tendencia a la baja en las precipitaciones pluviales en algunas regiones, e inundaciones en otras. Todas estas alteraciones en los sistemas hídricos y climáticos se conocen generalmente como *cambio climático*.

Se ha observado que cuando la temperatura máxima rebasa los 36.5°C de manera sostenida, se presenta con mayor frecuencia muerte por calor entre los grupos de niños y adultos mayores, aumentan el número de incendios y los niveles de ozono en la fracción del aire respirable así como el incremento de plagas en el campo.

Las bajas temperaturas han tenido una participación clara en la incidencia de enfermedades respiratorias.

Además, con el cambio climático las enfermedades infecciosas como tuberculosis, dengue, influenza, cólera, encefalitis, por mencionar algunas, se han favorecido con los cambios climáticos.

En nuestro país debido al cambio climático ha aumentado el número de huracanes como *Vilma*, que en 2005 costó cerca de 75 mil millones de dólares a la industria del turismo en Cancún; el huracán *Alex*, que en 2010 desbordó los ríos de Nuevo León y causó la destrucción de un sinnúmero de casas; también se han presentados sequías, heladas, inundaciones y olas de calor. En 2011 una helada en Sinaloa provocó la pérdida de 5000 hectáreas de hortalizas.



## Actividad de aprendizaje 5

**Instrucciones:** Resuelve los siguientes ejercicios. Realiza las anotaciones necesarias en tu cuaderno. Reflexiona sobre tus respuestas para que después las comentes con tus compañeros de clase.

1. Calcula la cantidad de calor necesario para elevar la temperatura de 20 g de platino de 20°C a 60°C.
2. ¿Qué cantidad de calor se debe suministrar a 300 g de cobre que están inicialmente a 20°C para fundirlos totalmente?
3. Se extraen 25 kcal de calor de un recipiente con 500 g de agua a 90°C. ¿Cuál es la temperatura final del agua?
4. Luz se prepara un café pero está muy caliente, su hermana le dice que si introduce la cuchara de aluminio cuya masa es de 150 g, se enfría más rápido el café. Si el café está a 50°C y la taza contiene 300 g de agua y la cuchara está a una temperatura de 20°C, ¿cuál será la temperatura de ambos al ponerse en contacto?



*Para verificar los logros obtenidos en esta actividad y realizar tu autoevaluación consulta la sección de Retroalimentación al final del libro.*



*Guarda el desarrollo y solución de esta actividad en tu portafolio de evidencias.*



Reflexionemos sobre la actividad

### ¿De qué te das cuenta?

Cuando exponemos al fuego por demasiado tiempo un objeto de plomo y uno de plástico se derriten. El tiempo en que sucede es diferente para cada material, ¿por qué crees que sucede esto?

.....

.....



### Actividad de aprendizaje 6

#### Producto de aprendizaje: construcción de un termómetro

**Instrucciones:** Reúnete en equipos de 3 o 4 personas, busca en tu casa el material necesario para la construcción de un termómetro casero o trata de conseguirlo. Sigue las instrucciones para armarlo y una vez que esté construido y funcionando, realiza tres mediciones que consideres importantes en tu comunidad. Registra los datos que obtengas para que después los comentes con tus compañeros de clase, escucha y respeta las aportaciones de los demás para mejorar tu trabajo.

**Propósito:** Construir un termómetro con utensilios caseros aplicando los principios básicos de su funcionamiento.

#### *Material:*

- 150 ml de agua.
- 50 ml de alcohol a 96°.
- Botella de plástico o vidrio de boca estrecha.
- Colorante vegetal.
- Popote o tubo de vidrio con diámetro de 0.5 cm.

#### *Procedimiento para construirlo:*

1. Perfora la tapa de la botella e introduce el popote o tubo de vidrio de tal manera que al cerrar la botella con el tapón, este quede cerca del fondo. Debes sellar perfectamente el orificio en donde se introdujo el popote o tubo de vidrio.
2. Agrega a la botella el agua y el alcohol, tiñe con el colorante (aproximadamente 1/4 de su capacidad) y simplemente cierra la botella apretando el tapón.
3. Introduce la botella en agua con hielo y observa cómo al disminuir la presión en el interior de la botella comienza a entrar aire a través del popote o varilla (burbujea) para igualarse con la presión atmosférica.
4. Deja que entre aire durante un rato y saca la botella del agua dejándola a temperatura ambiente. Observa cómo comienza a subir el líquido coloreado por el popote o varilla. Déjalo hasta que se mantenga estable.

5. Para graduar el termómetro, cuando la altura del líquido en el popote se haya estabilizado, haz una marca con un rotulador. Corresponderá a la temperatura ambiente que marque el termómetro exterior.
6. Realiza nuevas marcas a distintas temperaturas ambiente para marcarlas en el resto de los intervalos de graduación del termómetro.



Ejemplo de termómetro casero.

### Cierre del bloque II

#### Reflexiona sobre lo aprendido

En este bloque se presentaron los conceptos de calor y temperatura en donde se enfatizó que son conceptos distintos. La temperatura es una medida de qué tan caliente o frío está un cuerpo u objeto y para ello se utilizan termómetros, los cuales pueden ser líquidos o de gas, y cuyas escalas pueden ser Kelvin, Fahrenheit, Celsius o Rankine, además se analizaron los cambios de temperatura en un cuerpo u objeto que pueden provocar una dilatación térmica, la cual puede ser lineal, superficial o volumétrica.

El calor es la transferencia de energía de un cuerpo a otro, debido a una diferencia de temperatura entre ellos, el símbolo  $Q$  es utilizado para representar la cantidad de energía transferida. Debido a que el calor es una medida de la transferencia de energía, su unidad SI es el Joule ( $1 \text{ cal} = 4.186 \text{ J}$ ). También se abordó que el calor se puede transmitir por conducción, convección o radiación, así como los conceptos de capacidad calorífica que nos permite determinar la cantidad de energía calorífica necesaria para elevar la temperatura un grado, el calor específico que es la cantidad de calor que requiere una unidad de masa de la sustancia para que su temperatura se eleve un grado, y los cambios de fases y el calor latente, que es la relación entre la cantidad de calor (absorbido o liberado) y la masa del material que experimenta el cambio de fase. Se hizo énfasis en el calentamiento global, el cual es un fenómeno físico que manifiesta el cambio de temperatura y que afecta al medio ambiente.

#### Autoevaluación

**Instrucciones:** Resuelve los siguientes ejercicios. Realiza las anotaciones necesarias en tu cuaderno con orden y limpieza. Reflexiona sobre tus respuestas para que después las comentes con tus compañeros de clase.

- I. Subraya la respuesta correcta en cada caso.
  1. La temperatura es:
    - a) El intercambio de calor de un cuerpo a otro.
    - b) Es una medida intermedia de la energía cinética promedio de las partículas de un cuerpo.
    - c) Una magnitud física que nos indica que tan caliente o frío se encuentra un cuerpo o sustancia.
    - d) Transferencia de calor entre dos cuerpos.

2. El calor es:
  - a) La energía que se genera cuando realizamos un trabajo.
  - b) La temperatura que aumenta.
  - c) La energía que se transfiere de un cuerpo a otro, cuando están en contacto y a diferente temperatura.
  - d) Ninguna de las anteriores.
  
3. Las escalas de temperatura en los diferentes sistemas son:
  - a) Celsius y Fahrenheit.
  - b) Kelvin y Fahrenheit.
  - c) Celsius, Fahrenheit, Kelvin y Rankin.
  - d) Celsius, Kelvin y Fahrenheit.
  
4. La temperatura más baja que se puede alcanzar es:
  - a)  $0^{\circ}\text{C}$
  - b)  $-17.77^{\circ}\text{F}$
  - c)  $-273^{\circ}\text{C}$
  - d)  $0^{\circ}\text{R}$
  
5. Dos cuerpos se encuentran en equilibrio térmico cuando:
  - a) Al estar en contacto tienen el mismo calor.
  - b) Al estar en contacto tienen la misma temperatura.
  - c) Al estar en contacto tienen el mismo calor específico.
  - d) La temperatura en grados Celsius y Fahrenheit es la misma.
  
6. Las unidades en el sistema internacional del calor son:
  - a) kcal
  - b) BTU
  - c) calorías
  - d) joule
  
7. El aumento del área de un cuerpo al incrementar la temperatura se conoce como:
  - a) Dilatación térmica
  - b) Dilatación lineal
  - c) Dilatación superficial
  - d) Dilatación volumétrica

8. La forma de propagación del calor a través de un cuerpo sólido debido al choque molecular se llama:

- a) Convección
- b) Conducción
- c) Radiación
- d) Ninguna de las anteriores

II. Preguntas y actividades de desarrollo.

1. ¿Cuál es la diferencia entre capacidad térmica, calor específico y calor latente?

.....

.....

.....

2. ¿Por qué los cambios de fase ocurren a temperatura constante?

.....

.....

.....

3. Explica a nivel molecular, ¿por qué el agua se evapora a cualquier temperatura?

.....

.....

.....

4. Realiza un mapa conceptual de los cambios de fase, que incluya las variables de las cuales depende.

5. Realiza un esquema de cómo resolver los problemas de calorimetría?

6. Menciona las unidades de medida en el Sistema Internacional de las siguientes magnitudes físicas: calor, temperatura, calor específico, calor latente y masa.

III. Resuelve en tu cuaderno los siguientes ejercicios indicando el procedimiento, las unidades correspondientes y la conclusión.

9. Realiza las siguientes conversiones de temperatura.
- a)  $-150^{\circ}\text{C}$  a  $^{\circ}\text{F}$
  - b)  $-100^{\circ}\text{C}$  a  $\text{K}$
  - c)  $80^{\circ}\text{C}$  a  $^{\circ}\text{R}$
10. Un alambre de cobre mide 4 m a  $20^{\circ}\text{C}$ , ¿cuál será su longitud si se incrementa la temperatura al triple?
11. Una ventana de vidrio tiene una superficie de  $3\text{ m}^2$  a  $20^{\circ}\text{C}$  ¿cuál es la superficie de la ventana cuando la temperatura es de  $35^{\circ}\text{C}$ ?
12. ¿Qué cantidad de calor se debe suministrar a 1 litro de agua para que se eleve la temperatura de  $20^{\circ}\text{C}$  a  $90^{\circ}\text{C}$ ?
13. Una barra de hierro de 2 kg está a  $20^{\circ}\text{C}$ , si se le suministran 20 Kcal, ¿cuál es la temperatura final?
14. Determina el calor específico de una barra de 500 g de metal que requiere 5 Kcal para incrementar la temperatura de  $40^{\circ}\text{C}$  a  $80^{\circ}\text{C}$ .
15. Si 300 ml de agua se encuentran a  $80^{\circ}\text{C}$  y se mezclan con 200 ml de agua a  $100^{\circ}\text{C}$ , ¿cuál es la temperatura final de la mezcla?



Para verificar los logros obtenidos en esta actividad y realizar tu autoevaluación consulta la sección de Retroalimentación al final del libro.



Guarda el desarrollo y solución de esta actividad en tu portafolio de evidencias.

Si de la actividad anterior obtuviste de 21 a 18 aciertos, considera tu resultado como *excelente*; de 17 a 15 como *bien*; si tienes de 14 a 11 como *regular*, y si tus respuestas correctas fueron menos de 10, considera tu desempeño como *no suficiente*, lo que exige que refuerces tus conocimientos previos.

¿Cómo evalúas el nivel de tus conocimientos previos en función de las respuestas correctas que tuviste?	Excelente	<input type="text"/>
	Bien	<input type="text"/>
	Regular	<input type="text"/>
	No suficiente	<input type="text"/>



# Bloque III

Comprendes las leyes  
de la electricidad

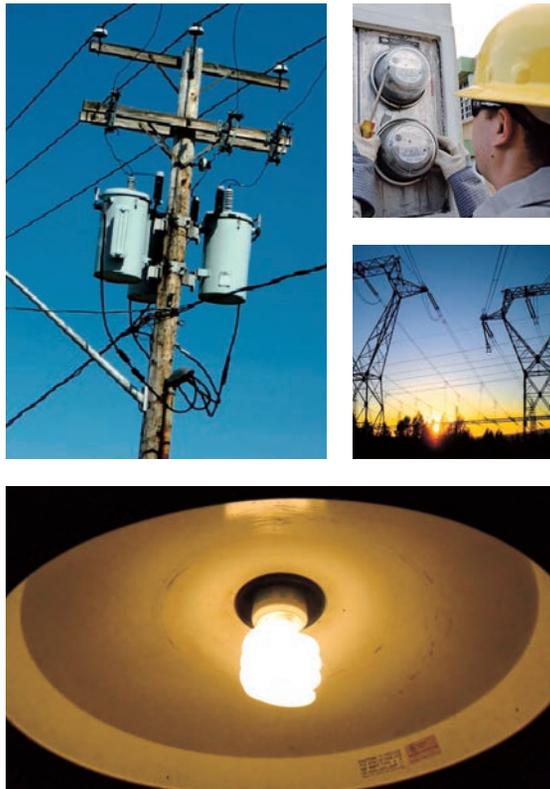


## Introducción

¿Te has imaginado vivir en un mundo sin energía eléctrica? Esto implicaría no usar aparatos electrónicos como radio, televisión, grabadora y otros más. Por lo tanto, contar con un tipo de fuente de energía, empleando una propiedad física, nos facilita y mejora nuestra calidad de vida, porque sin ella, no contaríamos con iluminación y calor, esto significa que con esta fuente se ponen en marcha diferentes tipos de máquinas, artefactos y sistemas de transporte, por mencionar algunos.

A partir de lo anterior ¿qué significan para ti las palabras electricidad, electrostática y electrodinámica? Probablemente no las has escuchado, sin embargo, has visto que en tu casa puedes encender un foco, prender las luces de un auto para iluminar el camino, encender la televisión y quizá te has preguntado de qué manera se da esto.

En este bloque aprenderás los fundamentos básicos de la electricidad, la electrostática y la electrodinámica, así como las leyes que las rigen y su aplicación en tu vida cotidiana.



# ¿Qué aprenderás y cómo organizarás tu estudio?

## Bloque III

Tiempo

20  
horas

### Contenidos curriculares que se abordan

1. Electricidad
2. Electrostática
3. Electrodinámica

### Competencias disciplinares que se desarrollan

- Identifica problemas, formula preguntas de carácter científico y plantea las hipótesis necesarias para responderlas.
- Obtiene, registra y sistematiza la información para responder a preguntas de carácter científico, consultando fuentes relevantes y realizando experimentos pertinentes.
- Valora las preconcepciones personales o comunes sobre diversos fenómenos naturales a partir de evidencias científicas.

### Evaluación del aprendizaje

Durante este bloque realizarás 7 actividades de aprendizaje y una de autoevaluación, con las cuales evidenciarás la adquisición de las competencias especificadas:

- *Actividad de aprendizaje 1.* Antecedentes históricos de la electricidad.
- *Actividad de aprendizaje 2.* Conceptos básicos de la electricidad.
- *Actividad de aprendizaje 3.* Clasificación de los materiales.
- *Actividad de aprendizaje 4.* Campo eléctrico e intensidad del campo eléctrico.
- *Actividad de aprendizaje 5.* Electrodinámica.
- *Actividad de aprendizaje 6.* Circuitos eléctricos.
- *Actividad de aprendizaje 7.* Construcción de un circuito eléctrico simple.
- *Autoevaluación.*



## Para iniciar, reflexiona

¿Te has imaginado cómo vivían nuestros antepasados cuando no había luz eléctrica en las casas? ¿Cómo fue su calidad de vida? ¿Qué avances se dieron con el descubrimiento de la energía eléctrica en el campo de la industria, la medicina, los medios de comunicación y la educación, entre otros?



## Aprende más

### Antecedentes históricos de la electricidad

La historia de la electricidad se considera que inicia con el filósofo Tales de Mileto (640-546 aC), quien describió por primera vez el fenómeno de la atracción mediante observar que al frotar el ámbar (resina seca de algunos árboles) con una piel de animal adquiría la propiedad de atraer pequeños trozos de hojas secas, insectos, etc.



Experimento de Tales de Mileto.

Después de 2200 años, William Gilbert (1544-1603) comenzó a estudiar los fenómenos eléctricos y fue el primero en emplear las palabras electricidad y magnetismo. Escribió el tratado de *De Magnete* en el cual presentó todos los experimentos sobre electrostática y magnetismo; utilizó diferentes materiales y observó que gran variedad de ellos atraían cuerpos ligeros cuando eran frotados, a los que llamó eléctricos. También descubrió que al ser calentados estos cuerpos perdían sus propiedades.



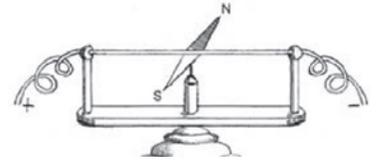
Experimento de Benjamin Franklin.

Después de escuchar una conferencia, a los 40 años, Benjamín Franklin (1706-1790), empezó a interesarse en la electricidad (1746), fue el primer científico que utilizó los términos *positivo* y *negativo* para los diferentes tipos de cargas eléctricas y realizó infinidad de experimentos. Su mayor contribución fue formular la *teoría de los efectos únicos*, de acuerdo con esa teoría la carga eléctrica no se crea ni se destruye.

Benjamín Franklin desarrolló el principio del *pararrayos* utilizando un cometa con una cola de seda de la que colgó una llave de metal.

La primera investigación cuantitativa de las fuerzas entre cargas eléctricas en reposo la realizó en 1785 Charles Coulomb, quien estableció experimentalmente la ley fundamental de la fuerza eléctrica entre dos partículas cargadas estacionarias.

Hans Christian Oersted (1777-1851) descubrió la acción magnética de las corrientes eléctricas; es decir, cerca de un conductor eléctrico se producía un campo magnético capaz de interactuar con otros campos como el de una brújula. Oersted dio a conocer sus descubrimientos en 1819.

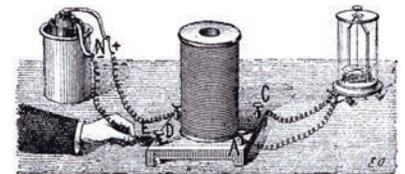


Experimento de Hans Christian Oersted.

André Marie Ampère (1775-1836) realizó una serie de experimentos e investigaciones teóricas que le llevaron a la formulación de una de las leyes más importantes del electromagnetismo, la cual se conoce hoy como *ley de Ampère*. Esta ley permite entre otras cosas, predecir con mucha exactitud las características del campo magnético generado por cualquier conductor por el que circula una corriente que presenta un importante grado de simetría. También descubrió las leyes de acciones mutuas entre corrientes. Dichas leyes constituyen los fundamentos del funcionamiento de las modernas máquinas y de los instrumentos de medidas eléctricas.

George Ohm (1789-1853) estableció la *ley fundamental de las corrientes eléctricas*, al encontrar la existencia de una relación entre la resistencia de un conductor, la diferencia de potencial y la intensidad de corriente eléctrica.

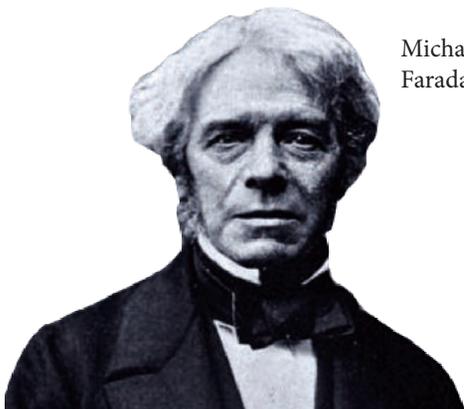
Michael Faraday (1791-1867) descubrió la *inducción electromagnética*, al usar un *imán* para generar una corriente eléctrica al desplazarlo dentro de un conductor plano de hierro.



Experimento de Faraday en el que prueba la inducción electromagnética

James Joule (1818-1889) estudió los fenómenos producidos por la corriente eléctrica y el calor desprendido en los circuitos eléctricos. James Joule encontró que la cantidad de calor originado por una corriente eléctrica, al circular a través de un conductor, es directamente proporcional a la resistencia. Otros investigadores han contribuido al desarrollo de la electricidad como son Heinrich Lenz, quien enunció la *ley relativa al sentido de corriente inducida*.

James Clerk Waxwell fue quien propuso la teoría electromagnética de luz y las ecuaciones generales del campo electromagnético.



Michael Faraday

Nikola Tesla fue el inventor del *motor asincrónico* y de la *corriente polifásica*.

Joseph Thomson investigó la estructura de la materia y descubrió el *electrón*.



## Actividad de aprendizaje 1

**Instrucciones:** Resuelve los siguientes ejercicios, realiza las actividades que se te piden anota las respuestas en orden y con limpieza en tu cuaderno. Registra y reflexiona tus respuestas para que después las comentes con tus compañeros. Escucha con respeto las aportaciones de los demás para mejorar tu trabajo.

1. En equipo de cuatro estudiantes, construyan una línea del tiempo en la que indiquen los personajes y las fechas de los momentos importantes relacionados con la historia de la electricidad y sus aplicaciones.
2. Elabora un listado de aparatos que funcionen por medio de electricidad que son útiles para la diversión, el hogar, la industria, el trabajo, la escuela, entre otros.



*Para verificar los logros obtenidos en esta actividad y realizar tu autoevaluación consulta la sección de Retroalimentación al final del libro.*



*Guarda el desarrollo y solución de esta actividad en tu portafolio de evidencias.*



## Aprende más

### Conceptos básicos de la electricidad

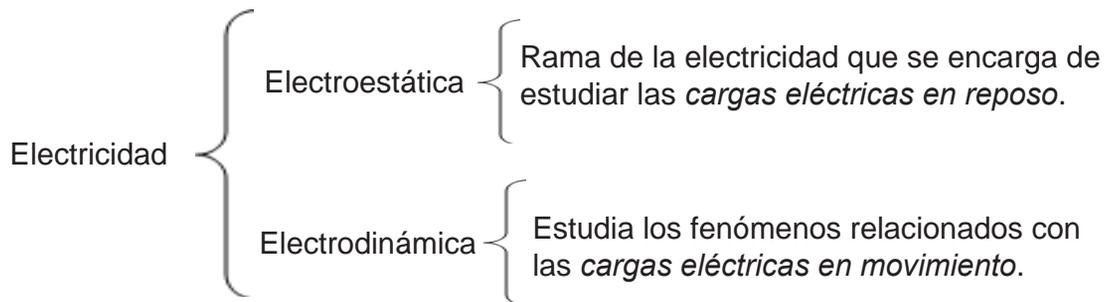
La palabra *electricidad* se deriva de la raíz griega *elektron*, que significa ámbar.

La *electricidad* se define como un fenómeno físico que se origina del movimiento de partículas subatómicas por medio de cargas eléctricas a través de la *atracción* y *repulsión* de las mismas, además de ser considerada una fuente de energía tan variable que tiene aplicaciones en el transporte, el clima y la iluminación, por mencionar algunos ejemplos. La electricidad se usa para generar:

- Luz mediante lámparas.

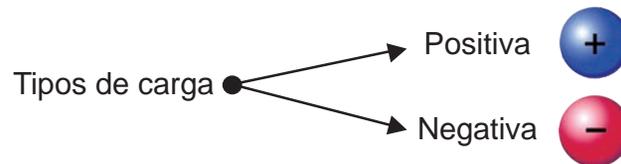
- *Calor* mediante resistencias como las parrillas y hornos eléctricos.
- *Movimiento* mediante motores que transforman la energía eléctrica en mecánica como la licuadora.
- *Señales* mediante sistemas electrónicos como los circuitos electrónicos de celulares, computadoras, televisiones y cualquier aparato electrónico.

Por otra parte, la Electricidad es una rama de la Física que estudia todos los fenómenos relacionados con las cargas eléctricas en reposo o movimiento. Para su estudio se divide en:



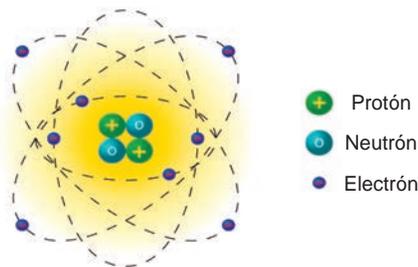
La *carga eléctrica* es una propiedad fundamental de la materia y base de todos los fenómenos de interacción eléctrica. Se representa con la letra  $q$ .

Las cargas eléctricas son de dos tipos:



**Atracción:** cargas eléctricas de diferente signo se atraen.

**Repulsión:** cargas eléctricas del mismo signo se repelen o rechazan.



Partículas subatómicas.

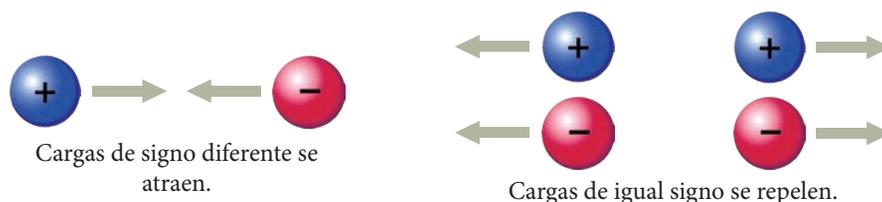
Los cuerpos se constituyen por átomos y estos, a su vez, por partículas subatómicas denominadas *protones*, *electrones* y *neutrones*.

El *neutrón* es una partícula subatómica sin carga neta y se representa con el símbolo *n*.

El *protón* es una partícula subatómica con una carga eléctrica elemental positiva de  $1.6 \times 10^{-19}\text{C}$  y se representa con el símbolo  $e^+$ .

El *electrón* es una partícula subatómica con una carga eléctrica elemental negativa de  $1.6 \times 10^{-19}\text{C}$  y se representa con el símbolo  $e^-$ .

La *ley de atracción y repulsión* se cumple de la siguiente forma:



Para representar las cargas utilizaremos los signos positivo para el protón y negativo para el electrón. En la siguiente tabla se muestran las características de los componentes del átomo.

Tabla 3.1. Carga y masa del protón, electrón y neutrón.

Partícula	Símbolo	Carga (C)*	Masa (kg)
Electrón	$e^-$	$-1.6 \times 10^{-19}$	$9.10 \times 10^{-31}$
Protón	$e^+$	$+1.6 \times 10^{-19}$	$1.67 \times 10^{-27}$
Neutrón	$n$	0	$1.67 \times 10^{-27}$

\*Unidades en Coulomb

Al pasar un peine por nuestro cabello en varias ocasiones estamos generando fricción entre las partículas de ambos; si acercamos un globo al hacer este movimiento, el cabello pierde electrones y los gana el globo. Por lo tanto, la carga eléctrica no se crea ni se destruye, se transfiere.



Transferencia de la carga eléctrica.

La carga eléctrica de un cuerpo aparece cuando éste pierde o gana electrones, y se dice que cualquier carga eléctrica de magnitud  $q$  es un múltiplo entero de la carga elemental  $e$ , es decir:

$$q = n e$$

donde:

	<b>Unidades</b>
$q$ → Carga eléctrica	Coulomb (C)
$n$ → Número de electrones, se representa por un número entero y positivo	
$e$ → Carga elemental del protón o electrón	Coulomb (C)

**Ejemplo 1:** Un día lluvioso hay una tormenta eléctrica, cae un rayo en un árbol, el cual transfiere una carga de 200 C al árbol. ¿Cuántos electrones se transfieren al árbol?

**Solución:**

<i>Datos (1)</i>	<i>Incógnita (2)</i>	<i>Fórmula (3)</i>	<i>Sustitución (4)</i>	<i>Solución (5)</i>
$q = -200 \text{ C}$ $e^- = -1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$	$n$	$q = n e$ $n = \frac{q}{e^-}$	$n = \frac{-200 \text{ C}}{-1.6 \times 10^{-19} \text{ C}}$	$n = 125 \times 10^{19}$ electrones

*Conservación de la carga eléctrica.* La carga eléctrica no se crea ni se destruye, solo se transforma de un cuerpo o material a otro.



## Actividad de aprendizaje 2

**Instrucciones:** Lee las indicaciones de los siguientes ejercicios, realiza las actividades que se te piden. Registra y reflexiona tus respuestas para que después las comentes con tus compañeros. Escucha con respeto las aportaciones de los demás para mejorar tu trabajo.

1. ¿Qué ocurre cuando dos cuerpos cargados eléctricamente interactúan?
2. Infla un globo, frótalo contra tu cabello y luego pégalo en el pizarrón o en la pared.
  - a) Describe qué sucede en este experimento.
  - b) ¿Qué hace al globo la fricción con el cabello?
  - c) Agrega un hilo al globo y observa qué pasa cuando lo acercas a otro globo? Justifica tu respuesta.
  - d) Investiga qué es un electroscopio.
  - e) Investiga en qué consisten las formas de electrizar un cuerpo por fricción o frotamiento, por contacto y por inducción y señala en qué momento de la actividad de los globos se llevó a cabo.



*Para verificar los logros obtenidos en esta actividad y realizar tu autoevaluación consulta la sección de Retroalimentación al final del libro.*



*Guarda el desarrollo y solución de esta actividad en tu portafolio de evidencias.*



Reflexionemos sobre la actividad

### ¿De qué te das cuenta?

En alguna ocasión has saludado o abrazado alguna persona y has sentido que te da toques, ¿a qué se debe?

.....

.....

.....



## Aprende más

### Clasificación de los materiales

Un medio o material que permite el movimiento de las cargas eléctricas (electrones) en respuesta a una fuerza eléctrica, se denomina *conductor*.

Los materiales conductores son los que se pueden electrizar en toda su superficie, debido a que los electrones se mueven libremente. Los metales por lo general son buenos conductores de la electricidad.

El flujo de las partículas cargadas es lo que se conoce como *corriente eléctrica*. Las partículas cargadas en una cierta dirección de un conductor chocan con los átomos, produciendo una pérdida de energía que se manifiesta en forma de calor.

Una medida de oposición que presentan las partículas cargadas al moverse libremente en una cierta dirección de un material conductor es lo que se conoce como *resistencia eléctrica*.

Los materiales que no permiten que las partículas cargadas se muevan hacia otra región del material a una fuerza eléctrica, son llamados *aislantes* por ejemplo, la madera.

Existen otros tipos de materiales cuyas propiedades son intermedias entre los conductores y aislantes; se llaman semiconductores.

Algunos ejemplos de materiales con estas características son:



Los semiconductores tienen aplicaciones como componentes electrónicos.





## Sabías que...

William Gilbert dividió los materiales en “eléctricos”, es decir, que se pueden electrificar y los que no pueden hacerlo. Actualmente a esos materiales los llamamos conductores y aisladores.

Ahora analizarás las fuerzas de atracción y repulsión que se presentan entre las partículas, para esto emplearemos la ley de Coulomb.

## Ley de Coulomb

En 1748, el científico francés Charles Coulomb desarrolló un dispositivo denominado *péndulo de torsión* con el fin de investigar las propiedades de la fuerza con que se atraen o repelen las cargas eléctricas. Este dispositivo está formado por una barra que cuelga de una fibra capaz de torcerse, cuando la barra gira, la fibra tiende a regresar a su posición original. Coulomb colocó pequeñas esferas cargadas a diferentes distancias midió la fuerza que se producía considerando el ángulo con que giraba la barra estableciendo un modelo matemático conocido como la *ley de Coulomb* que relaciona la fuerza eléctrica entre dos cuerpos cargados separados a una distancia.

La *ley de Coulomb* establece que la fuerza  $q_1, q_2$  con que dos cargas eléctricas se atraen o repelen es proporcional al producto de las mismas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia  $r$  que las separa.

Matemáticamente se expresa:

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

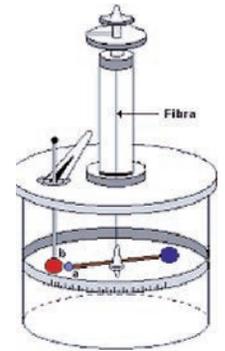
donde:

	Unidades del Sistema Internacional
$F$ → Fuerza	Newton (N)
$k$ → Constante de proporcionalidad	$9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ valor para el vacío
$q_1, q_2$ → Cargas	Coulomb (C)
$r$ → Distancia entre las partículas	Metros (m)

La ley de Coulomb se cumple cuando las cargas se encuentran en el vacío, pues si el medio es el aire, aceite, etc., la fuerza electrostática se reduce considerablemente.

Los prefijos utilizados para las cargas son:

1 milicoulomb	1 mC	$1 \times 10^{-3}$
1 microcoulomb	1 $\mu$ C	$1 \times 10^{-6}$
1 nanocoulomb	1 nC	$1 \times 10^{-9}$



Péndulo de torsión de Coulomb.

La relación que existe entre la fuerza en el vacío y otro medio se conoce como permitividad relativa del medio o coeficiente dieléctrico, la cual se expresa matemáticamente:

$$\epsilon_r = \frac{F}{F_m}$$

donde:

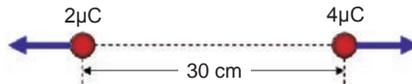
**Unidades del Sistema Internacional**

$F$	→ Fuerza en el vacío	Newton (N)
$F_m$	→ Fuerza del medio	Newton (N)
$\epsilon_r$	→ Permitividad relativa del medio	Adimensional

Tabla 3.2. Permitividad relativa de algunos materiales.

Material	Permitividad relativa del medio
Vacío	1
Aire	1.006
Vidrio	7
Mica	5
PVC	3.3
Teflón	2.1

**Ejemplo 1:** ¿Cuál es la fuerza eléctrica entre las cargas mostrada en la figura? Considera que se encuentran en el vacío.



**Solución:**

<p><b>Datos (1)</b></p> $q_1 = 2 \mu\text{C} = 2 \times 10^{-6} \text{ C}$ $q_2 = 4 \mu\text{C} = 4 \times 10^{-6} \text{ C}$ $r = 30 \text{ cm} = 0.3 \text{ m}$ $k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$	<p><b>Incógnita (2)</b></p> $F$	<p><b>Fórmula (3)</b></p> $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$
<p><b>Sustitución (4)</b></p> $F = \left( 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \right) \frac{(2 \times 10^{-6} \text{ C})(4 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.6 \text{ m})^2}$	<p><b>Solución (5)</b></p> <p>La fuerza es 0.8 N. El signo negativo indica que las cargas son de repulsión.</p>	

**Ejemplo 2:** Determina a qué distancia se deben poner dos cargas iguales de  $7 \times 10^{-3} \text{ C}$ , para que la fuerza de repulsión sea de 4.4 N.

**Solución:**

<p><b>Datos (1)</b></p> $q_1 = q_2 = 7 \times 10^{-3} \text{ C}$ $F = 4.4 \text{ N}$ $k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$	<p><b>Incógnita (2)</b></p> $r$	<p><b>Fórmula (3)</b></p> $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad r = \sqrt{\frac{kq_1 q_2}{F}} = \sqrt{\frac{kq^2}{F}}$
<p><b>Sustitución (4)</b></p> $r = \sqrt{\frac{\left( 9 \times 10^9 \frac{\text{N m}^2}{\text{C}^2} \right) (7 \times 10^{-3} \text{ C})^2}{4.4 \text{ N}}}$	<p><b>Solución (5)</b></p> <p>La distancia debe ser de 0.3165 m.</p>	

**Ejemplo 3:** Una carga de  $10 \mu\text{C}$  se encuentra en el aire con otra carga de  $-5 \mu\text{C}$ . Determina la magnitud de la fuerza eléctrica entre las cargas cuando están separadas 50 cm.

**Solución:**

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)
$q_1 = 10 \mu\text{C}$ $= 10 \times 10^{-6} \text{ C}$	$r = 50 \text{ c}$ $= 5 \times 10^{-1} \text{ m}$	$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$
$q_2 = 5 \mu\text{C}$ $= -5 \times 10^{-6} \text{ C}$	$k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ $\epsilon_r = 1.006$	$F' = \frac{F}{\epsilon_r}$
<b>Sustitución (4)</b> $F = k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N m}^2}{\text{C}^2} \left( \frac{(10 \times 10^{-6} \text{ C})(-5 \times 10^{-6} \text{ C})}{5 \times 10^{-1} \text{ m}} \right)$ $F = -90 \times 10^{-2} \text{ N}$ $F' = \frac{90 \text{ N}}{1.006}$		<b>Solución (5)</b> <p>La fuerza en el aire es 89.46 N.</p>



### Actividad de aprendizaje 3

**Instrucciones:** Lee detenidamente las indicaciones de los siguientes ejercicios, realiza las actividades que se te piden, anota las respuestas en orden y con limpieza en tu cuaderno. Registra y reflexiona tus respuestas para que después las comentes con tus compañeros. Escucha con respeto las aportaciones de los demás para mejorar tu trabajo.

- Responde y socializa las repuestas con tus compañeros autoevaluando tu trabajo, si es necesario, anexa o corrige información.
  - Las cargas eléctricas se asocian .....
  - Cargas eléctricas de signos iguales se .....

- c) La fuerza entre dos cargas eléctricas es ..... proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.
- d) La *ley de Coulomb* matemáticamente se expresa por .....
2. Resuelve los siguientes problemas de la ley de Coulomb, utilizando los modelos matemáticos analizados.
- a) Dos cargas iguales de  $q_2 = 50 \text{ nC}$  se encuentran separadas por una distancia de 10 mm en el vacío. ¿Cuál es el valor de la fuerza electrostática?
- b) Determina la separación que debe haber entre dos cargas cuya magnitudes son  $q_1 = 8 \text{ } \mu\text{C}$  y  $q_2 = 12 \text{ } \mu\text{C}$ , si la fuerza de repulsión en el vacío producida por las cargas es de 0.8 N.
- c) Dos cargas idénticas experimentan una fuerza de repulsión entre ellas de 0.08 N cuando están separadas en el vacío por una distancia de 40 cm. ¿Cuál es el valor de las cargas?
- d) Calcula la magnitud de la fuerza entre dos protones que se encuentran a una distancia de  $8.3 \times 10^{12} \text{ m}$  en el aire.



Para verificar los logros obtenidos en esta actividad y realizar tu autoevaluación consulta la sección de Retroalimentación al final del libro.



Guarda el desarrollo y solución de esta actividad en tu portafolio de evidencias.



Reflexionemos sobre la actividad

### ¿De qué te das cuenta?

Después de una tormenta eléctrica notas que si te acercas a ciertas personas u objetos se emite una descarga eléctrica y sientes una fuerza de repulsión y dices “me diste toques”. Explica con tus palabras a que se debe este fenómeno.

.....

.....

.....



## Aprende más

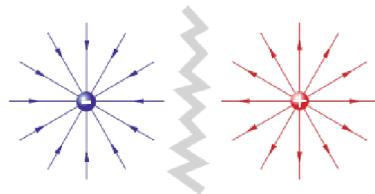
### Campo eléctrico e intensidad del campo eléctrico

Sabemos que las cargas de signos iguales se repelen y de signos diferentes se atraen, esto quiere decir que las cargas influyen sobre la región que está a su alrededor, la cual se conoce como *campo eléctrico*.

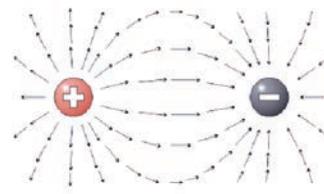
El campo eléctrico es la zona del espacio donde cargas eléctricas ejercen su influencia, es decir, que cada carga eléctrica con su presencia modifica las propiedades del espacio que la rodea. El campo eléctrico es invisible, pero su fuerza ejerce acciones sobre los objetos cargados, lo que permite detectar su presencia y medir su intensidad.

El *campo eléctrico* es la región del espacio que rodea al cuerpo cargado eléctricamente y en el que otra carga sentirá una fuerza eléctrica.

Las líneas de campo eléctrico son líneas imaginarias trazadas de tal manera que su dirección en cualquier punto es la misma que la dirección del campo eléctrico en ese punto.



Campo eléctrico de una carga.



Campo eléctrico de dos cargas diferentes.

### Intensidad del campo

La intensidad del campo eléctrico  $E$  en un punto se suele definir en términos de la fuerza  $F$  que experimenta una carga positiva pequeña  $+q$  cuando ésta colocada precisamente en ese punto. La magnitud del campo eléctrico ésta dada por:

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

En el sistema internacional las unidades de la intensidad del campo eléctrico son el newton por coulomb (N/C).

La intensidad del campo eléctrico producida por una carga de prueba puede obtenerse a partir de la ley de Coulomb. Como la magnitud de la fuerza eléctrica sobre una carga de prueba es.

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

Si sustituimos esta expresión de la intensidad y consideramos que  $q = q_0$

$$E = \frac{k q}{r^2}$$

donde:

		Unidades del Sistema Internacional
$E$	→ Intensidad del campo	N/C (Newton/Coulomb)
$k$	→ $9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$	-
$r$	→ Distancia entre la carga eléctrica y el punto donde se desea conocer la intensidad	m (metros)
$q$	→ Carga de prueba	C (Coulomb)

La dirección de la intensidad del campo eléctrico  $E$  en un punto en el espacio es la misma que la dirección en la que la carga positiva se moverá si se colocara en ese punto.

Alrededor de un cuerpo cargado existe un campo eléctrico, haya o no una segunda carga localizada en el campo. Si una carga se coloca en el campo, experimenta una fuerza  $F$  dada por:

$$F = q E$$

Revisemos algunos ejemplos.

**Ejemplo 1:** Una carga de prueba de  $10 \mu\text{C}$  se coloca en un punto del campo eléctrico y la fuerza que experimenta es de  $25 \text{ N}$ . ¿Cuál es la magnitud de la intensidad eléctrica en el punto donde está colocada la carga de prueba?

**Solución:**

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$q = 10 \mu\text{C}$ $= 10 \times 10^{-6} \text{ C}$  $F = 25 \text{ N}$	$E$	$E = \frac{F}{q}$	$E = \frac{25 \text{ N}}{10 \times 10^{-6} \text{ C}}$	La intensidad del campo es  $E = 2500000 \text{ N/C}$ .

**Ejemplo 2:** Determina el valor de la intensidad del campo eléctrico de una carga de  $2 \mu\text{C}$  que se encuentra a una distancia de  $40 \text{ cm}$  de ésta.

**Solución:**

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$q = 2 \mu\text{C}$ $= 2 \times 10^{-6} \text{ C}$  $k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$  $r = 40 \text{ cm} = 0.4 \text{ m}$	$E$	$E = \frac{k q}{r^2}$	$E = \frac{\left(9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}\right) (2 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.4 \text{ m})^2}$	La intensidad del campo es: $E = 12500 \text{ N/C}$



## Actividad de aprendizaje 4

**Instrucciones:** Lee detenidamente las indicaciones de los siguientes ejercicios, realiza las actividades que se te piden, anota las respuestas en orden y con limpieza en tu cuaderno. Registra y reflexiona tus respuestas para que después las comentes con tus compañeros. Escucha con respeto las aportaciones de los demás para mejorar tu trabajo.

1. Completa las siguientes oraciones:

a) La intensidad del campo eléctrico es una magnitud .....

b) La intensidad del campo eléctrico de una carga puntual es directamente proporcional

2. Resuelve los siguientes problemas.

a) Una carga eléctrica de 300 mC se coloca en un punto Q en un campo eléctrico y experimenta una fuerza de 0.003 N. ¿Cuál es la intensidad del campo eléctrico?

b) Una carga de 6  $\mu\text{C}$  produce una intensidad del campo eléctrico de 120000 N/C, ¿a qué distancia se encuentra de la carga de prueba?

c) Determina la magnitud de la fuerza de una carga de  $q = 60 \text{ nC}$  que produce intensidad del campo eléctrico de 50000 N/C.



Para verificar los logros obtenidos en esta actividad y realizar tu autoevaluación consulta la sección de Retroalimentación al final del libro.



Guarda el desarrollo y solución de esta actividad en tu portafolio de evidencias.



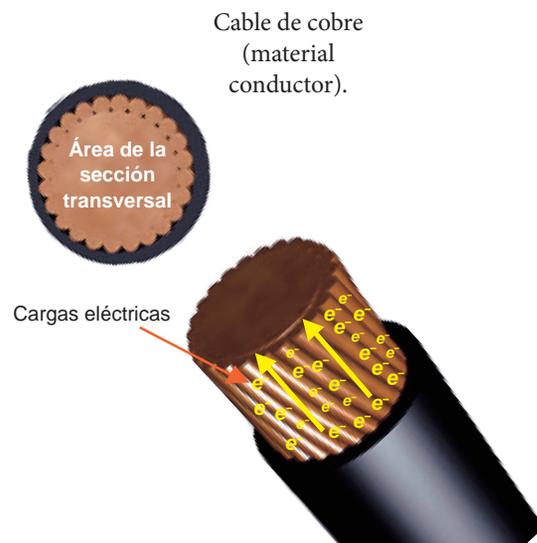
### Aprende más

## Conoces la electrodinámica

En la sección anterior hemos estudiado fenómenos de cargas eléctricas en reposo, es decir, *electrostática*. Ahora estudiaremos los fenómenos relacionados con las cargas en movimiento, es decir, electrodinámica, la cual se encuentra relacionada con la corriente eléctrica.

La *electrodinámica* es la rama de la electricidad que se encarga de estudiar las cargas en movimiento.

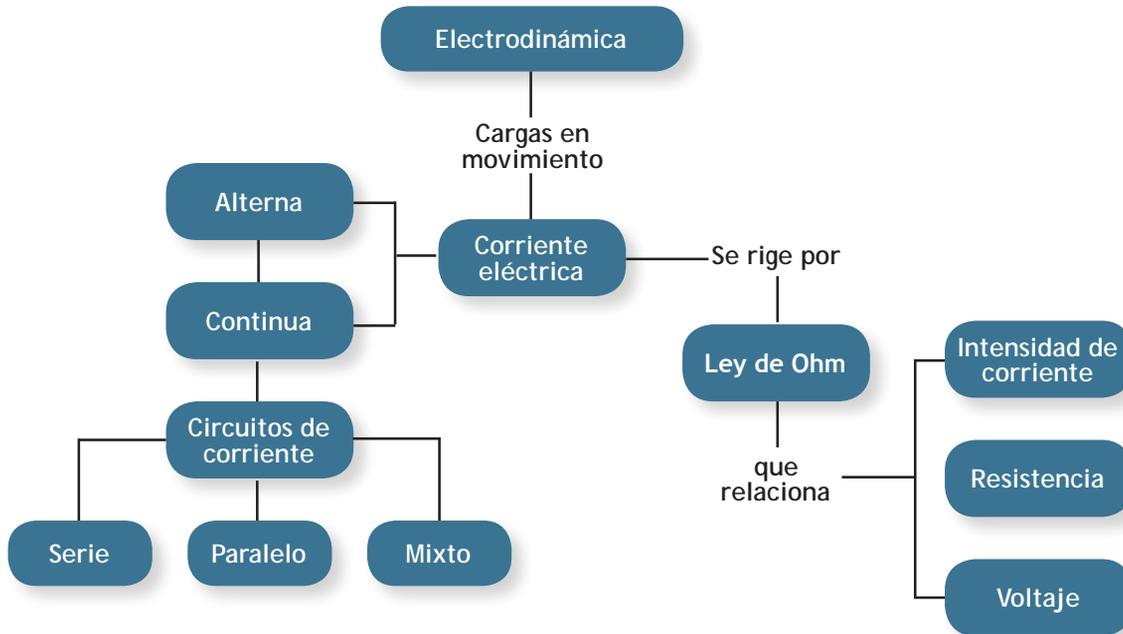
Una de las principales aplicaciones de la electricidad en nuestra vida diaria es el uso de la **corriente eléctrica**, sabemos que los cables que llevan lo que



denominamos electricidad hasta nuestros hogares, escuelas, etc. son los materiales denominados *conductores*, los cuales ya fueron estudiados al principio del bloque.

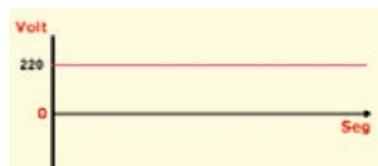


**Corriente eléctrica:** flujo de electrones que circulan a través un material conductor. Se define también como el transporte de carga eléctrica de un punto a otro.



### Tipos de corriente

Dependiendo de cómo sea generada, la corriente eléctrica puede ser de dos tipos: *continua* o *alterna*. La *corriente continua* es aquella en que el flujo de cargas recorre el conductor continuamente, siempre en un mismo sentido. Este tipo de corriente es generado por *pilas* y *baterías*.

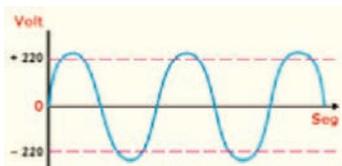


Gráfica de la corriente eléctrica directa (CD).



Pilas.

La *corriente alterna* es aquella en que *el flujo de cargas se mueve alternadamente* dentro del conductor, desplazándose en un sentido y otro; es decir, las cargas “van y vuelven” constantemente. Este tipo de corriente es producido por *generadores eléctricos*.



Gráfica de la corriente eléctrica continua (CC).



Generador eléctrico.

Para medir o cuantificar una corriente eléctrica se utiliza el concepto de *intensidad de corriente eléctrica*.

La *intensidad de corriente* (corriente eléctrica) es la carga total que circula a través de la sección transversal de un conductor, por unidad de tiempo.

La expresión matemática que nos permite medir la corriente eléctrica en un conductor:

$$I = \frac{q}{t}$$

donde:

	Unidades del Sistema Internacional
$I \rightarrow$ Intensidad de la corriente	Ampere (A)
$q \rightarrow$ Carga que pasa por el conductor	Coulomb (C)
$t \rightarrow$ Tiempo	Segundo (s)

**Ejemplo 1:** Durante un intervalo de tiempo de 10 s, circula por un conductor una carga de 55 C, ¿cuál es la intensidad de la corriente eléctrica?

**Solución:**

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$t = 10 \text{ s}$	$I$	$I = \frac{q}{t}$	$I = \frac{55 \text{ C}}{10 \text{ s}}$	La intensidad de corriente es 5.5 A
$q = 55 \text{ C}$			$I = 5.5 \text{ A}$	

**Ejemplo 2:** La corriente eléctrica de un conductor es de 50 A. ¿Cuánto tiempo se necesita para que circulen 5000 C por el conductor?

**Solución:**

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$I = 50 \text{ A}$ $q = 5000 \text{ C}$	$t$	$t = \frac{q}{I}$	$t = \frac{5000 \text{ C}}{50 \text{ A}}$ $t = 100 \text{ s}$	El tiempo es 100 s.

## Resistencia eléctrica

Resistencia eléctrica es la oposición natural que presentan todos los materiales, en mayor o menor medida, al paso de una corriente eléctrica. Esto se debe a diversos factores como la naturaleza del conductor, por ejemplo, el oro es un buen conductor y opone menos resistencia que el cobre para que circule la corriente.

La resistencia eléctrica  $R$  de un conductor es proporcional a su longitud  $l$  e inversamente proporcional al área de su sección transversal  $A$ . Para determinar la resistencia de un conductor eléctrico rectilíneo se utiliza la siguiente expresión:

$$R = \frac{\rho L}{A}$$

La *constante de proporcionalidad*  $\rho$  se denomina *resistividad del material* que depende del material con que esté fabricado el conductor y la temperatura ( de aquí se deduce que  $R$  también depende de la temperatura)

donde:

		Unidades del Sistema Internacional
$\rho$	→ Resistividad	Ohm por metros ( $\Omega\text{m}$ )
$L$	→ Longitud del alambre	Metro (m)
$A$	→ Área del alambre	Metro cuadrado ( $\text{m}^2$ )
$R$	→ Resistencia del alambre	Ohm ( $\Omega$ )

En la experimentación se sabe que la resistencia en un conductor cambia con la temperatura, si se conoce la resistencia a 0°C se puede conocer la resistencia a cualquier temperatura con la expresión:

$$R_t = R_0(1 + \alpha T)$$

donde:

	Unidades del Sistema Internacional
$R_t$ → Resistencia a cualquier temperatura	Ohm ( $\Omega$ )
$R_0$ → Resistencia a 0°C	Ohm ( $\Omega$ )
$\alpha$ → Coeficiente de la temperatura de la resistencia del amterial	1/°C

Tabla 3.3. Resistividad de algunos materiales a 20°C.

Material	Resistividad ( $\Omega\text{m}$ )
Aluminio	$2.75 \times 10^{-8}$
Cobre	$1.72 \times 10^{-8}$
Hierro	$9.7 \times 10^{-8}$
Oro	$2.44 \times 10^{-8}$
Plata	$1.47 \times 10^{-8}$
Acero	$20 \times 10^{-8}$
Mercurio	$95 \times 10^{-8}$
Tungsteno	$5.3 \times 10^{-8}$
Germanio	0.6
Silicio	2300

Tabla 3.4. Coficientes de temperatura de algunos materiales a 20°C.

Material	$\alpha$ 1/°C
Aluminio	0.0039
Cobre	0.00393
Hierro	0.005
Oro	0.0034
Plata	0.0038
Acero	0.0043
Mercurio	0.00088
Tungsteno	0.0045
Germanio	-0.05
Silicio	-0.07
Carbono	-0.0005



Representación de la resistencia eléctrica.

**Ejemplo 1:** Determina la resistencia de un alambre de cobre cuya longitud es 50 m y de sección transversal es de  $8 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ .

**Solución:**

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$L = 50 \text{ m}$ $A = 8 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ $\rho = 1.72 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$	$R$	$R = \frac{\rho L}{A}$	$R = \frac{(1.72 \times 10^{-8} \Omega \text{ m})(50 \text{ m})}{8 \times 10^{-6} \text{ m}^2}$ $R = 0.1075 \Omega$
<b>Solución (5)</b>			
<i>La resistencia es 0.1075 <math>\Omega</math></i>			

**Ejemplo 2:** Determine el valor de la resistencia del ejemplo 1 cuando permanece a una temperatura de 40°C.

**Solución:**

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)
$R_0 = 0.1075 \Omega$ $T = 40^\circ \text{C}$ $\alpha = 0.00393^\circ \text{C}^{-1}$	$R_t$	$R_t = R_0(1 + \alpha T)$
<b>Sustitución (4)</b>		<b>Solución (5)</b>
$R_t = 0.1075 \Omega (1 + 0.00393^\circ \text{C}^{-1} (40^\circ \text{C}))$ $R_t = 0.1243 \Omega$		<i>La resistencia a 40°C es</i> $0.1243 \Omega$

Debido a las características que presenta la resistencia eléctrica, se le ha dado mucha utilidad principalmente en artículos domésticos, como se puede apreciar a continuación:



### Sabías que...

En 1878 Thomas Alva Edison construyó la primera lámpara incandescente con filamentos de bambú carbonizado.

Aplicaciones de las resistencias eléctricas.

## Ley de Ohm

La ley de Ohm fue postulada por el físico alemán George Ohm (1787-1854), quien descubrió en 1827 que había una relación simple entre la diferencia de potencial, la resistencia eléctrica y la cantidad de corriente eléctrica.

*Ley de Ohm.* La intensidad de la corriente eléctrica transportada por un conductor es directamente proporcional a la diferencia de potencial entre sus terminales e inversamente proporcional a su resistencia eléctrica.

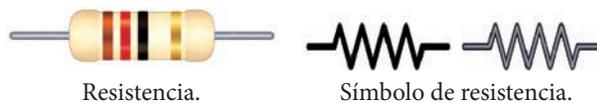
Su expresión es:

$$I = \frac{V}{R} \quad R = \frac{V}{I}$$

donde:

		Unidades del Sistema Internacional
$V$	→ Diferencial de potencial o voltaje entre los extremos del conductor	Volt (V)
$R$	→ Resistencia eléctrica del conductor	Ohm ( $\Omega$ )
$I$	→ Intensidad de la corriente eléctrica a lo largo del conductor	Ampere (A)

La resistencia eléctrica en un circuito se representa gráficamente por un alambre delgado en forma de zigzag.



**Ejemplo 1:** Determina la intensidad de la corriente eléctrica a través de una corriente eléctrica de  $50 \Omega$  al aplicarle un diferencial de potencial de  $100 \text{ V}$ .

**Solución:**

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$R = 50 \Omega$ $V = 100 \text{ V}$	$I$	$I = \frac{V}{R}$	$I = \frac{100 \text{ V}}{50 \Omega}$ $I = 2 \text{ A}$	La intensidad es $2 \text{ A}$ .

**Ejemplo 2:** Calcula la diferencia de potencial aplicada a una resistencia de  $20 \Omega$  y por ella fluyen  $12 \text{ A}$ .

**Solución:**

<i>Datos (1)</i>	<i>Incógnita (2)</i>	<i>Fórmula (3)</i>	<i>Sustitución (4)</i>	<i>Solución (5)</i>
$R = 20 \Omega$ $I = 12 \text{ A}$	$V$	$V = R I$	$V = (20 \Omega)(12 \text{ A})$ $V = 240 \text{ V}$	El diferencial de potencial es $240 \text{ V}$ .

## La potencia eléctrica

La *potencia eléctrica* mide la cantidad de energía eléctrica que un receptor consume en un tiempo dado. La expresión que se utiliza para el cálculo de la potencia es:

$$P = V I$$

donde:

	<b>Unidades del Sistema Internacional</b>
$P \rightarrow$ Potencia	Watt (W)
$V \rightarrow$ Voltaje	Volt (V)
$I \rightarrow$ Intensidad de corriente	Ampere (A)

**Ejemplo:** Determina la potencia de un calefactor eléctrico cuyo voltaje es de  $120 \text{ V}$  y la intensidad de la corriente eléctrica es de  $3 \text{ A}$ .

**Solución:**

<i>Datos (1)</i>	<i>Incógnita (2)</i>	<i>Fórmula (3)</i>	<i>Sustitución (4)</i>	<i>Solución (5)</i>
$V = 120 \text{ V}$ $I = 3 \text{ A}$	$P$	$P = V I$	$P = (120 \text{ V})(3 \text{ A})$ $P = 360 \text{ W}$	La potencia es de $360 \text{ W}$ .

## La energía

En nuestras casas pagamos el recibo de la luz dependiendo de la cantidad de energía eléctrica que hayamos consumido durante los dos meses anteriores. Pagaremos más o menos dependiendo de que hayamos tenido más o menos electrodomésticos conectados durante un tiempo dado. La energía eléctrica se expresa matemáticamente:

$$E = P t$$

donde:

### Unidades del Sistema Internacional

$P \rightarrow$  Potencia

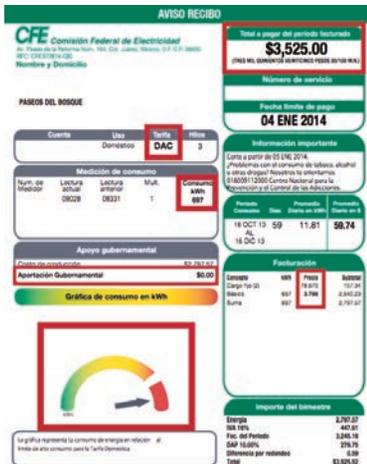
Watt (W)

$t \rightarrow$  tiempo

Segundo (s)

$E \rightarrow$  Energía eléctrica

Joule (J)



Recibo de consumo de energía eléctrica.

Aunque un joule es la unidad en que se mide la energía en el Sistema Internacional (SI), en la práctica, para referirnos al consumo de energía en nuestro hogar o en el comercio, se utiliza otra unidad llamada kilowatt-hora (1 kWh).

Si conocemos el costo del kilowatt-hora y la energía diaria consumida por todos los aparatos usados en nuestro hogar (focos, radios, televisores, etc.), podemos calcular, en pesos, su costo diario.

**Ejemplo:** Con referencia al calefactor, ¿qué cantidad de energía consume si permanece 8 horas funcionando?

**Solución:**

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$P = 360 \text{ W}$	$E$	$E = P t$	$E = (360 \text{ W})(28600 \text{ s})$	La energía eléctrica es 10296000 J
$t = 8 \text{ h}$ $= 28600 \text{ s}$			$E = 10296000 \text{ J}$	



## Actividad de aprendizaje 5

**Instrucciones:** En parejas realiza las actividades que se te piden, anota las respuestas en tu cuaderno.

1. ¿Qué entienden por corriente eléctrica?
2. ¿Cómo funciona una resistencia eléctrica?
3. ¿Qué es la tensión eléctrica? ¿En qué unidades se mide?
4. ¿Qué es la intensidad de corriente? ¿En qué unidades se mide?
5. ¿Qué es la resistencia eléctrica? ¿En qué unidades se mide?
6. ¿Qué instrumento se utiliza para medir el voltaje, la resistencia y la corriente eléctrica?
7. Una resistencia de  $10 \Omega$  la conectamos a 10 V. Calcula:
  - a) La intensidad que circula.
  - b) La potencia.
  - c) La energía consumida si la resistencia la dejamos conectada durante 24 horas.
8. En un horno eléctrico de potencia 1500 W, un pastel tarda 1 hora en cocinarse, si el KW-h lo pagamos a 0.99 centavos, ¿cuál es el costo de hornear el pastel?
9. Una secadora de pelo posee las siguientes indicaciones: 230 V y 2300 W. Calcula la resistencia interna del secador y la intensidad de corriente.
10. Una plancha tiene una potencia de 1000 watts en un voltaje de 120 V.
  - a) ¿Cuánta corriente se transporta?
  - b) ¿Cuál es el valor de su resistencia?



*Para verificar los logros obtenidos en esta actividad y realizar tu autoevaluación consulta la sección de Retroalimentación al final del libro.*



*Guarda el desarrollo y solución de esta actividad en tu portafolio de evidencias.*



Reflexionemos sobre la actividad

## ¿De qué te das cuenta?

¿Qué relación encuentras de los temas anteriores con tu vida cotidiana?  
¿Qué aplicación encuentras? Escribe tus conclusiones.

.....

.....

.....

.....



Aprende más

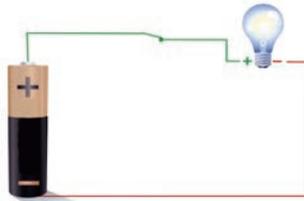
## Circuito eléctrico

Baterías, capacitores y resistores se pueden usar en varias combinaciones para construir circuitos eléctricos y controlar el flujo de electricidad y la energía que portan. Tales circuitos posibilitan todas las comodidades modernas en una casa como son. Luz eléctrica, televisor, computadora, table, y un sinfín de cosas. También los podemos encontrar en los autos en equipos médicos.

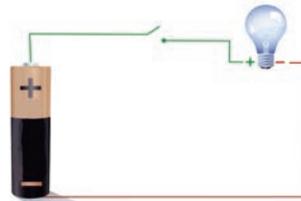
Un circuito eléctrico es una combinación de elementos conectados entre sí en forma adecuada permiten el paso de electrones (corriente eléctrica)

Un *circuito simple* consta de una diferencia de potencial o voltaje ( $V$ ), corriente eléctrica ( $I$ ) y una resistencia ( $R$ ).

El *circuito* está *cerrado* cuando la corriente eléctrica ( $I$ ) circula en todo el sistema y está abierto cuando no circula por él. Para abrir o cerrar un circuito se emplea un *interruptor*. Así, se sabe que los circuitos pueden estar cerrados o abiertos, por ejemplo cuando el foco de tu recámara está apagado el circuito está abierto y cuando enciendes la luz el circuito está cerrado.



Circuito cerrado.



Circuito abierto.

Existen tres maneras de conectar resistencias en un circuito: *serie*, *paralelo* y *mixto*.

**Circuito en serie.** Significa que todos los elementos conductores están unidos uno a continuación del otro, la corriente eléctrica circula por cada uno de los elementos de forma que si se abre el circuito ésta se interrumpe.

**Circuito en paralelo.** Significa que los elementos conductores se encuentran separados por varios **ramales** y la corriente eléctrica se divide en formas paralelas a cada uno de ellos, si se abre el circuito en cualquier parte, la corriente no será interrumpida en los demás ramales.

Los *circuitos mixtos* son en los que se conectan las resistencias agrupadas tanto en serie como en paralelo.

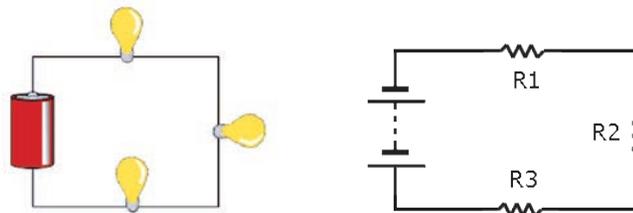
Características de los circuitos:



**Ramal:** parte de un sistema eléctrico que incluye el dispositivo final para la sobrecorriente, como un fusible, protegiendo el circuito y las tomas de corriente que proporciona el circuito. También llamado circuito derivado o derivación.

#### Circuito en serie

Resistencia (Ohm $\Omega$ )	$R_E = R_1 + R_2 + R_3$	La resistencia equivalente es la suma de todas las potencias.
Intensidad de corriente (Ampere A)	$I_T = I_1 = I_2 = I_3$	La intensidad de la corriente es la misma.
Voltaje (Voltios V)	$V_T = V_1 + V_2 + V_3$	El voltaje es la suma de todos los voltajes.



Circuito en serie.

## Circuito en paralelo

Resistencia  
(Ohm  $\Omega$ )

$$\frac{1}{R_E} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

La resistencia equivalente de resistores conectados en paralelo siempre es menor que la resistencia más pequeña del grupo.

Intensidad de corriente  
(Ampere A)

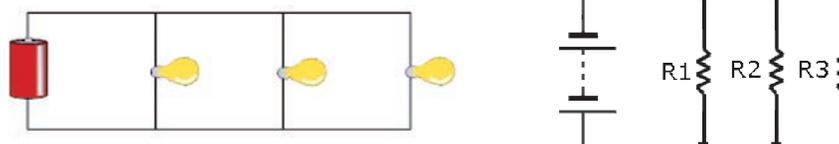
$$I_T = I_1 + I_2 + I_3$$

Suma de todas las intensidades.

Voltaje  
(Voltios V)

$$V_T = V_1 = V_2 = V_3$$

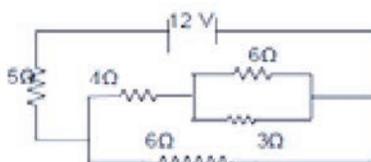
El voltaje es el mismo en los diferentes puntos.



Circuito en paralelo.

## Circuito mixto

Se calcula parte por parte la resistencia de cada conexión, ya sea en serie o en paralelo, de manera que se simplifique el circuito hasta encontrar una resistencia equivalente de todo el sistema eléctrico.



Circuito mixto.



## Sabías que...

El multímetro es un aparato que incluye dos cables (rojo y negro), que se colocan en los dos puntos del circuito donde se quiere realizar la medida. También posee una rueda que, según la posición, mide el voltaje, la intensidad o la resistencia.



Multímetro.

**Ejemplo 1:** Determina la resistencia equivalente en serie y en paralelo para un circuito eléctrico cuyas resistencias son  $5 \Omega$ ,  $7 \Omega$  y  $4 \Omega$ .

**Solución:**

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$R_1 = 5 \Omega$	$R_E$	$R_E = R_1 + R_2 + R_3$	$R_E = 5\Omega + 7\Omega + 4\Omega = 16\Omega$
$R_2 = 7 \Omega$		$\frac{1}{R_E} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$	$\frac{1}{R_E} = \frac{1}{5\Omega} + \frac{1}{7\Omega} + \frac{1}{4\Omega} = \frac{83}{140} = 0.5928\Omega$
$R_3 = 4 \Omega$			
<b>Solución (5)</b>			
<i>La resistencia total en serie es <math>16 \Omega</math>.</i>			
<i>La resistencia total en paralelo es <math>0.5928 \Omega</math>.</i>			

**Ejemplo 2:** Se tienen tres resistencias de  $40$ ,  $60$  y  $120 \Omega$ , respectivamente, que se conectan en serie. ¿Cuál es la resistencia equivalente? ¿Cuál es su resistencia total si se conectan en paralelo? Si el circuito en paralelo se conecta a una batería de  $12 \text{ V}$ , ¿cuál es la corriente eléctrica?

**Solución:**

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)
$R_1 = 40 \Omega$	$R_E$	Serie: $R_E = R_1 + R_2 + R_3$
$R_2 = 60 \Omega$		Paralelo: $\frac{1}{R_E} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$
$R_3 = 120 \Omega$		$I = \frac{V}{R}$

Continúa...

### Sustitución (4)

$$R_E = 40 \, \Omega + 60 \, \Omega + 120 \, \Omega = 220 \, \Omega$$

$$\frac{1}{R_E} = \frac{1}{40 \, \Omega} + \frac{1}{60 \, \Omega} + \frac{1}{120 \, \Omega} = \frac{1}{20} = 0.05 \, \Omega$$

$$I = \frac{12 \, V}{20 \, \Omega} = \frac{3}{5}$$

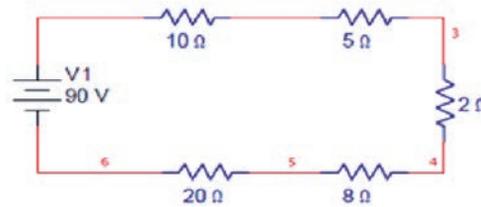
### Solución (5)

La resistencia equivalente en serie es  $220 \, \Omega$ .

La resistencia equivalente en paralelo es  $0.05 \, \Omega$ .

La intensidad de la corriente eléctrica es  $0.6 \, A$ .

**Ejemplo 3:** Determina la corriente total que circula en el siguiente circuito.



**Solución:**

### Datos (1)

$$R_1 = 10 \, \Omega$$

$$R_2 = 5 \, \Omega$$

$$R_3 = 2 \, \Omega$$

$$R_4 = 8 \, \Omega$$

$$R_5 = 20 \, \Omega$$

$$V = 90 \, V$$

### Incógnita (2)

$$R_E$$

$$I$$

### Fórmula (3)

Serie:

$$R_E = R_1 + R_2 + R_3$$

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

### Sustitución (4)

$$R_E = 10 \, \Omega + 5 \, \Omega + 2 \, \Omega + 8 \, \Omega + 20 \, \Omega = 45 \, \Omega$$

$$I = \frac{90 \, V}{45 \, \Omega} = 2 \, A$$

### Solución (5)

La resistencia equivalente en serie es  $45 \, \Omega$ .

La intensidad de la corriente eléctrica es  $2 \, A$ .

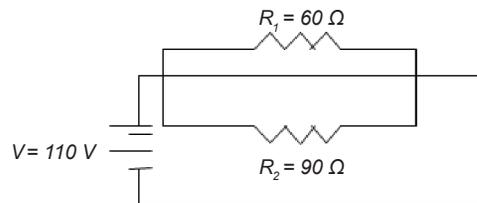
**Ejemplo 4:** En la casa de María todos los días conectan en paralelo la cafetera y el tostador de pan de  $90 \, \Omega$ ; considerando que el voltaje de las casas es de  $110 \, V$ :

a) Representa el circuito.

- b) ¿Cuál es la resistencia equivalente?  
 c) Determina la intensidad de la corriente del circuito.  
 d) La intensidad de la corriente en cada resistencia.

**Solución:**

a) Representación del circuito:



b) Resistencia equivalente:

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$R_1 = 60\ \Omega$ $R_2 = 90\ \Omega$ $V = 110\text{ V}$	$R_E$	$\frac{1}{R_E} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$	$\frac{1}{R_E} = \frac{1}{60\ \Omega} + \frac{1}{90\ \Omega} = \frac{1}{36}\ \Omega$	La resistencia equivalente es $36\ \Omega$ .

c) Intensidad de la corriente en el circuito:

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$R_E = 36\ \Omega$ $V = 110\text{ V}$	$I$	$I = \frac{V}{R}$	$I = \frac{110\text{ V}}{36\ \Omega} = 3.05\text{ A}$	La intensidad del circuito es $3.05\ \Omega$ .

d) Intensidad de la corriente en cada resistencia:

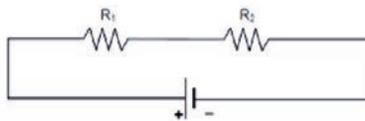
Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$V = 110\text{ V}$ $R_1 = 60\ \Omega$ $R_2 = 90\ \Omega$	$I_1$	$I_1 = \frac{V}{R_1}$  $I_2 = \frac{V}{R_2}$	$I_1 = \frac{110\text{ V}}{60\ \Omega} = 1.83\text{ A}$	La intensidad de la corriente en la cafetera es $1.83\text{ A}$ .  La intensidad de la corriente en el tostador es $1.22$ .



## Actividad de aprendizaje 6

**Instrucciones:** Lee detenidamente las indicaciones de los siguientes ejercicios, realiza las actividades que se te piden, anota las respuestas en orden y con limpieza en tu libreta o cuaderno. Registra y reflexiona tus respuestas para que después las comentes con tus compañeros. Escucha con respeto las aportaciones de los demás para mejorar tu trabajo.

1. Representa el circuito de 10 foquitos de navidad que están conectados en serie, calcula su resistencia equivalente. La resistencia de los foquitos es de  $3 \Omega$ .
2. Se tienen tres resistores de  $25$ ,  $50$  y  $100 \Omega$ , respectivamente:
  - a) Si se conectan en serie, ¿cuál es la resistencia equivalente?
  - b) ¿Cuál es su resistencia equivalente si se conectan en paralelo?
  - c) Si se conectan a una batería de  $20 \text{ V}$  ¿cuál es la corriente total del sistema?
3. Para el siguiente circuito calcula la resistencia equivalente considera que  $R_1 = 35 \Omega$  y  $R_2 = 55 \Omega$  y un voltaje de  $110 \text{ V}$ .
  - a) Determina la resistencia equivalente.
  - b) La intensidad de corriente.



4. En equipo elaboren un escrito sobre el impacto de la electricidad en los diseños de los aparatos eléctricos, mínimo dos cuartillas, y hagan un análisis del mismo. Posteriormente discutan en plenaria sus diferentes trabajos, estableciendo conclusiones del mismo.



*Para verificar los logros obtenidos en esta actividad y realizar tu autoevaluación consulta la sección de Retroalimentación al final del libro.*



*Guarda el desarrollo y solución de esta actividad en tu portafolio de evidencias.*



## Aprende más

### Efecto joule

Te habrás dado cuenta que cuando te secas el cabello, alrededor se siente calor, esto se debe a que siempre que una máquina eléctrica realiza un trabajo mecánico, parte de él se transforma en calor, que dependerá de la intensidad de la corriente y de la resistencia del conductor. Por lo tanto, se ha encontrado que este efecto considera la resistencia eléctrica, la corriente eléctrica y el tiempo que dure circulando, así se origina el efecto joule, el cual se expresa de la siguiente manera:

$$Q = 0.24 I^2 R t$$

donde:

#### Unidades del Sistema Internacional

		Unidades del Sistema Internacional
$Q$	→ Calor	Caloría (cal)
$I$	→ Intensidad	Amper (A)
$R$	→ Resistencia	Ohm ( $\Omega$ )
$t$	→ Tiempo	Segundo (s)

**Ejemplo:** Determina qué cantidad de calor se produce en un tostador eléctrico que se conecta a una diferencia de potencial de 110 V durante 3 minutos y la corriente eléctrica es de 3 A.

**Solución:**

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$t = 3 \text{ min}$ $= 180 \text{ s}$ $I = 3 \text{ A}$	Q	$Q = 0.24 I^2 R t$	$Q = 0.24 (3 \text{ A})^2 (3 \Omega)(180 \text{ s})$
		<b>Solución (5)</b> $Q = 1166.4 \text{ cal .}$	



## Actividad de aprendizaje 7

### Producto de aprendizaje: construcción de un circuito eléctrico simple

**Instrucciones:** Reúnete en equipos de 3 o 4 personas, busca en tu casa el material necesario para la construcción del circuito casero, si no, trata de conseguirlo. Sigue las instrucciones para armarlo y una vez que esté construido y funcionando, registra y reflexiona tus respuestas para que después las comentes con tus compañeros de clase, escucha y respeta las aportaciones de los demás para mejorar tu trabajo.

**Propósito:** Construir un circuito eléctrico aplicando los principios básicos de su funcionamiento.

#### *Material:*

- 1 pila cuadrada (9 V)
- 3 focos de 3 V o menor de 9 V
- 3 socket (donde se pone el foco)
- 3 caimanes
- 1 puntilla o grafito de lápiz
- 1 palillo
- 1 clavo
- 1 pedazo de cartón
- 1 interruptor de corriente

#### *Procedimiento para construirlo:*

Comenzamos pegando sobre el cartón la pila, a ésta le unimos el polo de un caimán, el cual unimos al socket con el foco. Después, al otro lado del portalámparas ponemos otro caimán y lo unimos a otro socket con el foco, al otro extremo del caimán unimos un interruptor, y al lado opuesto de este cable le añadimos el último socket con el foco en el otro extremo juntamos el otro caimán que unimos con la pila.

#### *Preguntas:*

1. ¿Qué polos del foco y la pila deben estar conectados para que el foco encienda?
2. ¿Es posible prender el foco sin usar caimanes?
3. ¿Qué otros materiales pueden usarse en lugar de caimanes para encender el foco?
4. Dibuja el circuito.

## Cierre del bloque III

### Reflexiona sobre lo aprendido

En este bloque se describió la importancia de los conocimientos científicos que aportó la electrostática, que es la parte del electromagnetismo que se encarga del estudio de las cargas eléctricas en reposo; se emplearon conceptos de la electrostática como la carga eléctrica, conservación de la carga, ley de Coulomb, la intensidad del campo, potencial eléctrico y líneas de fuerza.

La electrodinámica, que se encarga de estudiar las cargas en movimiento, la cual nos permite comprender la aplicación y distribución partiendo del concepto de corriente eléctrica, que es el conjunto de cargas eléctricas en movimiento, considerando que los tipos de corrientes pueden ser alternos y continuos, y con el propósito de cuantificar la cantidad de carga eléctrica se abordó el concepto de intensidad de corriente eléctrica.

También se revisó la ley de Ohm, que es de gran importancia en la elaboración de los circuitos eléctricos y el potencial eléctrico, que nos permitió calcular la energía eléctrica que consumen los aparatos eléctricos de nuestro entorno, así como conocer la manera en que la Comisión Federal de Electricidad realiza los cálculos para el cobro de la energía eléctrica que consumimos.

### Autoevaluación

**Instrucciones:** Resuelve los siguientes ejercicios realizando las anotaciones necesarias en tu cuaderno con orden y limpieza. Registra y reflexiona tus respuestas para que después las comentes con tus compañeros de clase, escucha y respeta las aportaciones de los demás para mejorar tu trabajo.

I. Indica en el paréntesis si el enunciado es verdadero (V) o falso (F). Si es falso corrígelo en la línea.

1. Los electrones poseen carga negativa ( )

.....

2. Cargas de igual signo se atraen ( )

.....

3. En un circuito donde no exista tensión eléctrica no existiría corriente eléctrica ( )

.....

4. La intensidad de corriente es la cantidad de electrones que circula por un circuito ( )

.....

5. La electricidad es una manifestación de carga ( )

.....

II. Indica con una C si se trata de un material conductor y una A si es un material aislador.

- |              |                 |
|--------------|-----------------|
| ( ) Aluminio | ( ) Agua salada |
| ( ) Madera   | ( ) Plata       |
| ( ) Cobre    | ( ) Porcelana   |
| ( ) Aire     | ( ) Oro         |
| ( ) Grafito  | ( ) Asbesto     |

III. Completa la siguiente tabla

a)

Magnitud eléctrica	Letra con que se representa la magnitud	Unidad de medida	Letra con que se representa la medida
Intensidad de corriente eléctrica			
Resistencia eléctrica			
Voltaje			
Potencia eléctrica			
Energía			

- b) La siguiente tabla muestra los valores de la intensidad, resistencia y voltaje de varios elementos de un circuito, calcula los valores que faltan indicando las operaciones necesarias.

Magnitud eléctrica	Valores				
Intensidad de corriente eléctrica	0.03 A	3 A	0.06 A		
Resistencia eléctrica	200 $\Omega$			4 $\Omega$	2000 $\Omega$
Voltaje		10 V	0.012 V	50 A	20 V
Potencia eléctrica					
Energía					
Fórmula:					
Operación:					

- IV. Resuelve los siguientes problemas indicando el procedimiento, las unidades correspondientes y conclusión.
1. ¿Cuánto tiempo le toma a una carga neta de 2.8 C pasar a través del área transversal del cable para producir una corriente uniforme de 3 A?
  2. Halla la resistencia de 5 m de alambre de cobre a 0°C, si el diámetro de la sección transversal es de 2.59 mm.
  3. Determina la resistencia del filamento de un foco que deja pasar 3 A de intensidad de corriente al ser conectado a una diferencia de potencial de 110 V.
  4. Por la resistencia de un horno eléctrico circulan 12 A al estar conectado a una diferencia de potencia de 110 V. Determina qué cantidad de calor se produce en 5 minutos.
  5. Encuentra la resistencia equivalente de cuatro resistencias conectadas en paralelo.

6. Dos focos, uno de  $55 \Omega$  y otro de  $75 \Omega$ , se conectan en serie con una diferencia de potencial de  $110 \text{ V}$ . Representa el circuito eléctrico, calcula la intensidad de la corriente que circula por el circuito y determina la caída del voltaje o voltajes de cada resistencia.
7. Una plancha eléctrica con una resistencia de  $15 \Omega$  es conectada a una corriente cuyo voltaje es de  $120 \text{ V}$ . ¿Cuánto calor producirá en 1 hora?
8. Determina la corriente cuando se conecta una lámpara de  $100 \text{ W}$  en  $110 \text{ V}$ ?
9. ¿Cuál es la potencia cuando  $110 \text{ V}$  hacen pasar  $4 \text{ A}$  de corriente a través de un dispositivo?
10. Un foco de  $100 \text{ W}$  se conecta a un enchufe cuya diferencia de potencial es de  $110 \text{ V}$ . Calcula:
  - a) La resistencia del filamento.
  - b) La intensidad de la corriente que pasa por el filamento.
  - c) La energía que pasa por el filamento en 1 minuto.
  - d) La carga que pasa por el filamento en 1 minuto.
  - e) El costo del foco si está encendido 4 horas, considera que el precio de  $1 \text{ KW-h}$  es de  $\$0.816$ .



Para verificar los logros obtenidos en esta actividad y realizar tu autoevaluación consulta la sección de Retroalimentación al final del libro.



Guarda el desarrollo y solución de esta actividad en tu portafolio de evidencias.

Si de la actividad anterior obtuviste de 30 a 23 aciertos considera tu resultado como *excelente*, de 24 a 20 como *bien*, si tienes de 19 a 16 como *regular* y si tus respuestas correctas fueron menos de 10 considera tu desempeño como *no suficiente*, lo que exige que refuerces tus conocimientos previos.

¿Cómo evalúas el nivel de tus conocimientos previos en función de las respuestas correctas que tuviste?	Excelente	<input type="text"/>
	Bien	<input type="text"/>
	Regular	<input type="text"/>
	No suficiente	<input type="text"/>

# Bloque IV

Relacionas la electricidad  
con el magnetismo



### Introducción

Tanto la electricidad como el magnetismo implican la atracción y la repulsión entre partículas, es importante considerar que la electricidad y el magnetismo están estrechamente relacionados. Los campos magnéticos afectan las cargas en movimiento y las cargas en movimiento producen campos magnéticos. Los campos magnéticos variables incluso pueden crear campos eléctricos. Estos fenómenos significan una unidad subyacente de electricidad y magnetismo, que James Clerk Maxwell describió por primera vez en el siglo XIX. La parte de la Física que estudia la relación entre ambos fenómenos se conoce como electromagnetismo.

El magnetismo forma, junto con la fuerza eléctrica, una de las fuerzas fundamentales de la Física. Hay muchas similitudes entre los fenómenos electrostáticos y los magnéticos; en este bloque estudiaremos las leyes que rigen al electromagnetismo.



# ¿Qué aprenderás y cómo organizarás tu estudio?

## Bloque IV

Tiempo

20  
horas

### Contenidos curriculares que se abordan

1. Magnetismo
2. Electromagnetismo

### Competencias disciplinares que se desarrollan

- Establece la interrelación entre el magnetismo y electromagnetismo con la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente en contextos históricos y sociales específicos.
- Obtiene, registra y sistematiza información con respecto a la inducción electromagnética, ley de Faraday, ley de Lenz y flujo magnético para responder cuestionamientos, consultando distintas fuentes.
- Comunica los resultados obtenidos en una investigación con respecto a la Teoría Moderna del Magnetismo y el magnetismo terrestre, respetando la diversidad de valores, ideas y prácticas sociales.
- Valora las preconcepciones personales o comunes sobre diversos fenómenos magnéticos y electromagnéticos a partir de evidencias científicas.
- Diseña prototipos para señalar y demostrar la función de un motor eléctrico.
- Analiza las leyes generales que rigen el funcionamiento del medio físico y comprende el impacto del desarrollo del electromagnetismo en el diseño de equipos y aparatos electrónicos centro de su región o comunidad.
- Aplicar normas de seguridad en la construcción de un motor eléctrico.

### Evaluación del aprendizaje

Durante este bloque realizarás 5 actividades de aprendizaje y una de autoevaluación, con las cuales evidenciarás la adquisición de las competencias especificadas:

- *Actividad de aprendizaje 1.* Antecedentes históricos del magnetismo.
- *Actividad de aprendizaje 2.* Conceptos básicos del magnetismo.
- *Actividad de aprendizaje 3.* Identificas los polos magnéticos de un imán.
- *Actividad de aprendizaje 4.* Problemas relacionados con electromagnetismo.
- *Actividad de aprendizaje 5.* Campo magnético producido por una corriente eléctrica.
- *Autoevaluación.*



### Para iniciar, reflexiona

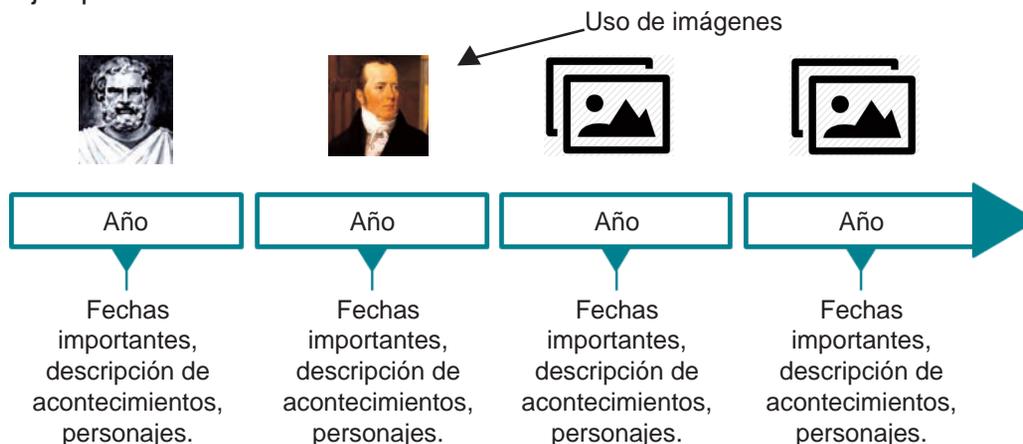
Hoy día existen un sinfín de aparatos electrodomésticos que nos facilitan y simplifican nuestro trabajo cotidiano, los vemos en nuestra casa, en la escuela, parques, etc. Por ejemplo, la licuadora, la televisión, el refrigerador, la computadora, los teléfonos, etc. ¿Qué hace que la puerta del refrigerador se mantenga cerrada? ¿Por qué al conectar la licuadora y encenderla, el motor funciona haciendo girar las cuchillas que trituran el alimento? ¿Qué fenómeno físico actúa en ambas situaciones?



### Actividad de aprendizaje 1

La electricidad y el magnetismo se desarrollaron por separado hasta el siglo XVIII, a principio del siglo XIX cuando se empezó a investigar la influencia que tenía la electricidad sobre una aguja magnética. Este experimento fue estimulado por la invención de la pila voltaica alrededor de 1800. Revisa el apéndice 2 donde encontrarás la información necesaria para realizar esta actividad.

**Instrucciones:** Realiza una consulta bibliográfica sobre los antecedentes históricos más sobresalientes en el estudio del magnetismo para elaborar una línea del tiempo. Ejemplo:





Para verificar los logros obtenidos en esta actividad y realizar tu autoevaluación consulta la sección de Retroalimentación al final del libro.



Guarda el desarrollo y solución de esta actividad en tu portafolio de evidencias.



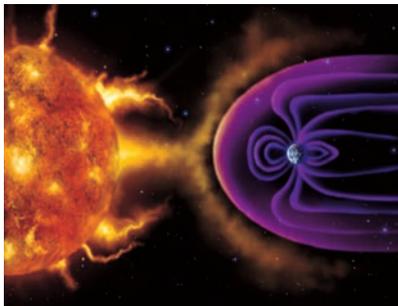
Aprende más

## Magnetismo

El *magnetismo* estudia las propiedades que caracterizan a los imanes, también se dice que el magnetismo es la propiedad que posee un cuerpo cuando crea a su alrededor un campo magnético, que puede afectar mediante fuerzas magnéticas a otros imanes y a metales como hierro, acero, cobalto, platino, níquel.

### Magnetismo en la vida diaria

En términos de aplicación, el magnetismo es uno de los campos más importantes en la física. El magnetismo es esencial en la tecnología moderna como medio del almacenamiento de datos en cintas y discos magnéticos así como en equipos de grabación y video, en la medicina en el uso de la resonancia magnética nuclear. El magnetismo también es esencial en la generación de la electricidad, en el funcionamiento de los motores eléctricos, en las comunicaciones, para levantar chatarra, etc.



El campo magnético de la Tierra nos protege de las partículas que provienen del Sol.

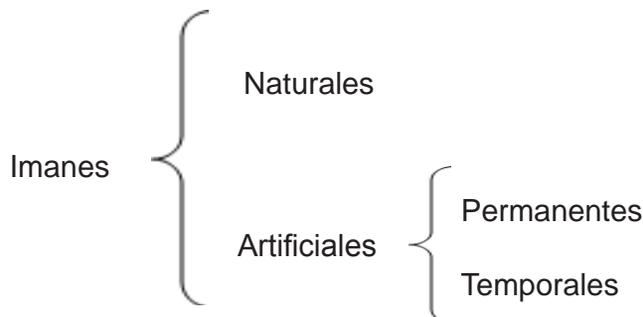


Los motores eléctricos funcionan gracias al campo magnético que se genera dentro de ellos.

### Imanes

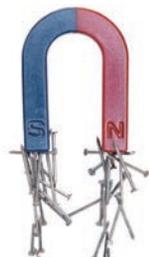
Un imán es un material que, de forma natural o artificial, tiene la propiedad de atraer a elementos que contienen hierro; también puede atraer al níquel y al cobalto pero con menor fuerza.

De acuerdo con su naturaleza los imanes se clasifican en:



Magnetita o piedra imán (imán natural).

*Imanes naturales.* Piedras extraídas de la tierra que poseen poder magnético y están formadas por óxidos de materiales ferromagnéticos como las ferritas y la magnetita.



Imán artificial de hierro.

*Imanes artificiales.* Son barras de hierro que se han imantado con otro imán o sosteniéndolos a la acción del campo magnético producido por una corriente eléctrica.

Los imanes artificiales se clasifican en *permanentes* y *temporales*, según si retienen o no las propiedades magnéticas una vez desaparecida la fuerza magnetizante.

Los *imanes permanentes* son imanes artificiales que han sido sometidos a algún tipo de tratamiento térmico y magnetizados por medio de corriente eléctrica, se emplean en **brújulas**, bocinas para audífonos y altavoces.

Si una pieza de hierro, acero suave o níquel se magnetiza por medio de una bobina donde pasa una corriente eléctrica, se observa que la magnetización se pierde minutos más tarde después de que se le retira esta fuerza. A este tipo de imanes se les denomina *imán temporal*.



Brújula.

Los *imanes temporales* se emplean generalmente donde el imán tiene una bobina que le rodea por la que pasa una corriente eléctrica, éstos se emplean en **generadores**, **transformadores**, timbres, **motores**, **bobinas**, por nombrar algunos.



Bobinas eléctricas de motores.



Electroimán de una grúa. Imán temporal que se activa al pasar una corriente eléctrica a través él.

### Cuerpos que no son imanes

Los cuerpos que no son imanes se clasifican en tres tipos de acuerdo con la capacidad que tienen de ser atraídos:

- |           |   |                         |
|-----------|---|-------------------------|
| No imanes | } | Cuerpos ferromagnéticos |
|           |   | Cuerpos paramagnéticos  |
|           |   | Cuerpos diamagnéticos   |

*Ferromagnéticos.* Cuerpos que son atraídos fuertemente por los imanes.

*Paramagnéticos.* Cuerpos que son atraídos por un imán.

*Diamagnéticos.* No son atraídos por los imanes.



**Bobina:** componente que genera un flujo magnético cuando se hace circular por él una corriente eléctrica. Se fabrican enrollando un hilo conductor (como el cobre) sobre un núcleo de material ferromagnético.

**Brújula:** instrumento que consiste 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.

**Generador:** aparato que produce energía eléctrica a partir de otro tipo de energía; puede ser de tipo mecánico (alternador y dinamo) o químico (pila): el dinamo que llevan algunas bicicletas es un generador de electricidad.

**Motor eléctrico:** máquina que transforma la energía eléctrica en mecánica. Según el tipo de corriente utilizada puede ser continua o alterna, y estos se dividen a su vez en síncronos y asíncronos, si su velocidad de giro es fija o no.

**Transformador:** aparato o instalación que cambia o transforma el voltaje de una corriente eléctrica alterna sin modificar su potencia.



### Actividad de aprendizaje 2

**Instrucciones:** Realiza en pareja el siguiente experimento.

**Material:**

- 2 imanes pequeños.
- 10 materiales: aguja, clip, clavo, un palito de madera, moneda, goma, trozo de hoja, algodón, tapa de refresco y un trozo de alambre.

**Procedimiento.**

1. Coloca todos los materiales en una mesa y deja los imanes por separado.
2. ¿Cuál de los objetos será atraído por los imanes? Marca con una x en el espacio correspondiente.

Material	Es atraído por el imán	No es atraído por el imán
Aguja		
Clip		
Clavo		
Palito de madera		
Moneda		
Goma		
Trozo de hoja pequeño		
Algodón		
Tapa de refresco		
Trozo de alambre pequeño		

3. Ahora realiza el experimento utilizando el imán con cada uno de los materiales y contesta las siguientes preguntas.
  - a) ¿Tus respuestas fueron todas correctas respecto a lo que es o no atraído por el imán?  
.....

b) ¿Cuál de tus objetos tienen material magnético?

.....

c) ¿Qué tienen en común los materiales que fueron atraídos por el imán?

.....



*Para verificar los logros obtenidos en esta actividad y realizar tu autoevaluación consulta la sección de Retroalimentación al final del libro.*



*Guarda el desarrollo y solución de esta actividad en tu portafolio de evidencias.*



## Aprende más

### Polos magnéticos

En los imanes podemos observar que la propiedad de atraer el hierro u otros metales, no radica con igual intensidad en todo el cuerpo del imán, sino principalmente en pequeñas porciones de sus extremos en donde atraen dichos materiales. A estas regiones se les llama *polos magnéticos*.

Cuando colgamos por su punto medio una barra imantada observamos que uno de sus extremos se orienta hacia el norte y el otro hacia el sur. El polo del imán que se orienta hacia el norte se llama *polo norte (+)* y el otro, *polo sur (-)*.



Polos de un imán.



## Actividad de aprendizaje 3

**Instrucciones:** En pareja realiza el siguiente experimento que consiste en atraer clips de metal con imanes.

# Bloque IV

## Relacionas la electricidad con el magnetismo

*Material:*

- 2 imanes pequeños.
- 6 clips.

*Procedimiento:*

1. Antes de usar los imanes, contesta las siguientes preguntas:

a) A una misma altura, ¿en cualquier parte del imán se levantará el mismo número de clips?

.....

b) Si colocamos el imán de manera que los clips sean atraídos hacia el centro, ¿cuántos clips consideras se atraen al imán?

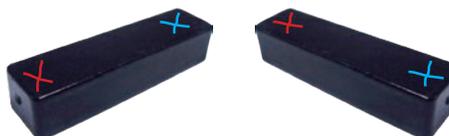
.....

c) Si colocamos el imán de forma que los clips sean atraídos hacia uno de los lados, ¿cuántos clips consideras se atraen al imán?

.....

2. Ahora, comprueba tus respuestas utilizando los imanes.

3. Con un lápiz, marcador, etc. señala cada uno de los lados de los imanes con diferente color.



4. Acerca los imanes y observa qué pasa.

5. Después de observar el comportamiento de los imanes, contesta lo siguiente:

a) ¿Qué observas cuando acercas los imanes?

.....

b) ¿Cómo son los polos de los imanes?

.....

c) ¿Cómo se llaman los polos de un imán?

.....

d) ¿Qué pasa cuando se acercan dos imanes con el mismo polo?

.....

e) ¿Cómo son las fuerzas en el electromagnetismo?

.....

f) ¿Se pueden separar los polos de un imán?

.....

g) ¿Cuál es la conclusión de la actividad?

.....

.....



*Para verificar los logros obtenidos en esta actividad y realizar tu autoevaluación consulta la sección de Retroalimentación al final del libro.*



*Guarda el desarrollo y solución de esta actividad en tu portafolio de evidencias.*



## Aprende más

### Características de los imanes

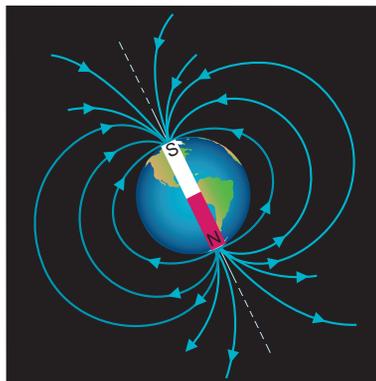
En los imanes de barra, si acercamos limadura de hierro, podemos observar que se concentra mayor cantidad en los extremos, lo que indica que la fuerza magnética del imán es más intensa en sus polos magnéticos.

Cuando acercamos el polo norte de un imán al polo sur de otro observamos que se atraen. En cambio el polo norte de un imán al polo norte del otro, observamos que ambos se rechazan; ocurre lo mismo cuando se aproximan los polos sur de dos imanes. Entonces polos del mismo nombre (signo) se rechazan y polos opuestos (signos diferentes) se atraen.



Imán y limadura de hierro.

Las fuerzas magnéticas que se observan en la superficie de la Tierra actúan como si fueran producidas por un gigantesco imán cuyos polos se encuentran situados cerca de los polos geográficos, aunque no coinciden con ellos.



Polos magnéticos de la Tierra.



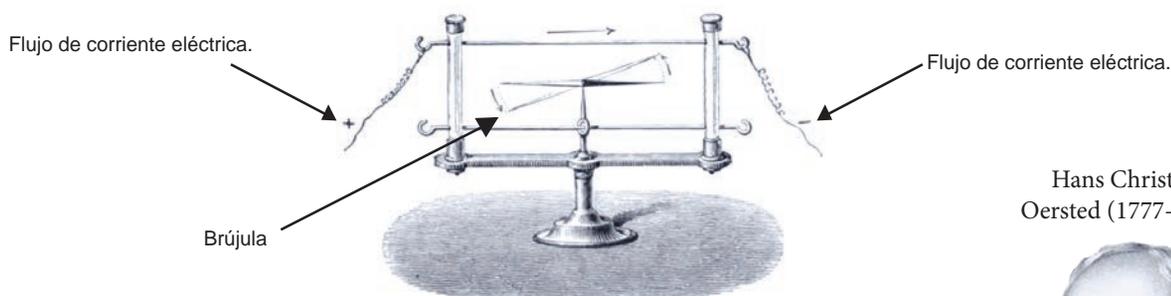
El extremo norte de la brújula es atraído hacia el polo norte de la Tierra (polo sur magnético).

El polo norte magnético de la Tierra se llama así porque atrae el extremo norte de los dipolos magnéticos que utilizamos como brújulas. Pero como el extremo norte de la brújula es atraído por éste, el polo norte de la Tierra es en realidad un polo sur magnético.

## Electromagnetismo

El *electromagnetismo* es la parte de la Física que se encarga estudiar al conjunto de fenómenos que resulta de la acción mutua de la electricidad y el magnetismo.

Nace como una rama de la Física gracias a un experimento de Oersted en 1820, quien observó una relación entre electricidad y magnetismo: consistente en que cuando colocaba la aguja de una brújula cerca de un alambre por el que circulaba corriente, aquella experimentaba una desviación. Así nació el electromagnetismo.



Brújula

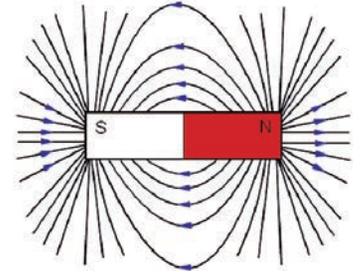
Hans Christian Oersted (1777-1851).

Experimento de Oersted. Al pasar corriente eléctrica, las agujas imantadas de la brújula se desvían, alineándose en dirección al cable.



## Campo magnético

El *campo magnético* es la región del espacio en la cual un imán ejerce su acción sobre otro imán o un material magnético. Podemos observar el campo magnético si colocamos sobre un imán un papel y sobre él espolvoreamos limaduras de hierro. Veremos cómo se agrupan esas limaduras formando claramente una serie de curvas que parecen unir a los polos del imán: es el *espectro magnético*.



Campo magnético de un imán.

La cantidad física asociada con el magnetismo que crea un campo eléctrico es un *flujo magnético* y se define de la misma forma que el flujo eléctrico es decir (las líneas del campo eléctrico dibujadas a través de la unidad de área son directamente proporcional a la intensidad del campo eléctrico). El flujo magnético  $\Phi_B$ , es el número de líneas de campo magnético que pasa a través de una unidad de área perpendicular, en esa región. A esta razón se le llama *densidad de flujo magnético* o *inducción magnética*. La densidad del flujo magnético se representa matemáticamente por:

$$B = \frac{\Phi}{A}$$

donde:

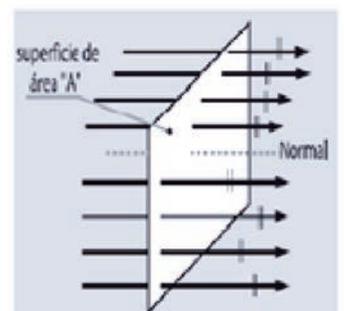
	<b>Unidades</b>
$B \rightarrow$ Densidad del flujo magnético	Wb/m <sup>2</sup> = T Weber/metro cuadrado = tesla
$\Phi \rightarrow$ Flujo magnético	Weber (Wb)
$A \rightarrow$ Área sobre la cual actúa el flujo magnético	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )

Si el flujo magnético no penetra perpendicularmente un área, sino que ingresa con cierto ángulo, la ecuación se modifica y queda de la siguiente manera:

$$B = \frac{\Phi}{A \cos \theta}$$

Donde teta ( $\theta$ ) es el ángulo entre B y la normal (perpendicular).

A continuación veremos algunos ejemplos en los que se calcula la densidad del flujo magnético.



Superficie de área A.

**Ejemplo 1:** En una placa circular de área  $0.005 \text{ m}^2$  existe una densidad de flujo magnético de 10 teslas (T). Calcula el flujo magnético total que atraviesa por la placa.

**Solución:**

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$A = 0.005 \text{ m}^2$ $B = 10 \text{ T}$ $= 10 \text{ Wb/m}^2$	$\Phi$	$B = \frac{\Phi}{A}$ $\Phi = B A$	$\Phi = (10 \text{ Wb/m}^2)(0.005 \text{ m}^2)$	El flujo magnético es $\Phi = 0.05 \text{ Wb}$

**Ejemplo 2:** Una espira de 10 cm de ancho por 15 cm de largo forma un ángulo de  $30^\circ$  con respecto al flujo magnético. Calcula el flujo magnético que penetra en la espira debido a un campo magnético, cuya densidad de flujo es de 0.5 tesla.

**Solución:**

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$\text{Largo} = 15 \text{ cm}$ $= 0.15 \text{ m}$ $\text{Ancho} = 10 \text{ cm}$ $= 0.10 \text{ m}$ $B = 0.5 \text{ T}$ $= 0.5 \text{ Wb/m}^2$	$A$ $\Phi$	$A = (l)(a)$ $B = \frac{\Phi}{A \text{ sen}\theta}$ $\Phi = B A \text{ sen}\theta$	$A = (0.15 \text{ m})(0.10 \text{ m})$ $A = 0.015 \text{ m}^2$ $\Phi = (0.5 \text{ Wb/m}^2)(0.015 \text{ m}^2)(\text{sen}(30^\circ))$
<b>Solución (5)</b>			
El flujo magnético es $\Phi = 0.00375 \text{ Wb}$			

### Campo magnético producido por una corriente eléctrica

Cuando una corriente eléctrica pequeña circula a través de un conductor recto y largo como el que se muestra en la figura, se origina un campo magnético débil a su alrededor, pero si se aumenta la corriente eléctrica por el conductor, el campo que se genera se incrementa lo suficiente como para ser detectado por las limadu-

ras de hierro o cualquier otro material magnético que se coloque en la superficie formando círculos concéntricos con el alambre.

La *inducción magnética* o *densidad de flujo magnético* de un punto perpendicular recto se encuentra con la expresión matemática:

$$B = \frac{\mu I}{2 \pi d}$$

donde:

		Unidades
$B$	Inducción magnética perpendicular al conductor	Tesla (T)
$I$	Intensidad de la corriente que circula por el conductor	Ampere (A)
$d$	Distancia perpendicular entre el conductor y el punto considerado	Metro (m)
$\mu$	Permeabilidad del medio que rodea al conductor	[(Tesla)(metros)]/ampere (Tm)/A



Campo magnético de una corriente eléctrica.

El valor de la permeabilidad para el vacío o el aire es de  $\mu = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$ .

La densidad de flujo magnético se representa como:

$$B = \frac{\mu I}{2 \pi d}$$

De la expresión anterior se deduce que la densidad de flujo magnético es:

- Directamente proporcional a la intensidad de la corriente eléctrica.
- Inversamente proporcional a la distancia del conductor al punto de interés.
- Directamente proporcional a la permeabilidad (característica del medio que lo rodea).

Veamos un ejemplo.

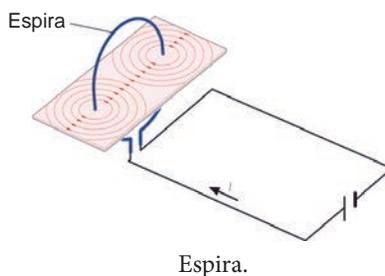
**Ejemplo:** Un conductor rectilíneo lleva una corriente eléctrica de 10 A, si el conductor se encuentra en el aire, determina la magnitud del flujo magnético a 5 cm del conductor. Determina la magnitud de la densidad de flujo magnético.

**Solución:**

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$d = 5 \text{ cm}$ $= 0.05 \text{ m}$ $\mu = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$ $I = 10 \text{ A}$	$B$	$B = \frac{\mu I}{2 \pi d}$	$B = \frac{(4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A})(10 \text{ A})}{2 \pi (0.05 \text{ m})}$ $B = 4 \times 10^{-5} \text{ T}$
<p><b>Solución (5)</b></p> <p>La magnitud de la densidad del flujo magnético es 0.00004 T</p>			

## Campo magnético en el centro de una espira

Una *espira* es un conductor de alambre delgado en forma de línea cerrada, que puede ser circular, cuadrada, rectangular, etc., y si por la espira se hace pasar corriente eléctrica el espectro del campo magnético creado por la espira está formada por líneas cerradas y una línea recta que es el eje central del círculo, seguido por la corriente como se muestra en la figura.



Para calcular el valor de la inducción magnética en el centro de la espira se usa la expresión matemática siguiente:

$$B = \frac{\mu I}{2 r}$$

Cuando se tiene más de una espira la expresión para calcular el valor de la inducción magnética en su centro es:

$$B = \frac{N\mu I}{2 r}$$

La dirección de la densidad del flujo magnético  $B$  es perpendicular al plano de la espira.

donde:

		Unidades
$B$	→ Inducción magnética perpendicular al conductor	Tesla (T)
$I$	→ Intensidad de la corriente que circula por el conductor	Ampere (A)
$r$	→ Radio de la espira	Metro (m)
$N$	→ Número de espiras	
$\mu$	→ Permeabilidad del medio que rodea al conductor	[(Tesla)(metros)]/ampere (Tm)/A

El valor de la permeabilidad para el vacío o el aire es de  $\mu = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$ .

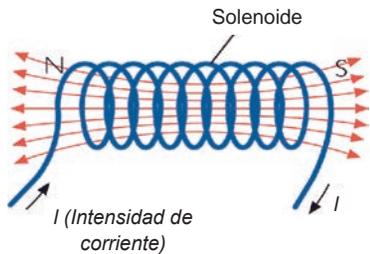
**Ejemplo:** Un conductor rectilíneo lleva una corriente eléctrica de 10 A, si el conductor se encuentra en el aire, determina la magnitud de la densidad del flujo magnético a 5 cm del conductor.

**Solución:**

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$r = 5 \text{ cm}$ $= 0.05 \text{ m}$ $\mu = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$ $I = 10 \text{ A}$	$B$	$B = \frac{\mu I}{2 r}$	$B = \frac{(4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A})(10 \text{ A})}{2 \pi (0.05 \text{ m})}$ $B = 4 \times 10^{-5} \text{ T}$
<b>Solución (5)</b> La magnitud de la densidad del flujo magnético es 0.00004 T			

## Campo magnético para un solenoide o bobina

Un conductor enrollado en forma circular, es llamado *solenoides* o *bobina* y se comporta como un imán. Se puede fabricar un solenoide haciendo pasar una corriente eléctrica por un alambre conductor perfectamente aislado, enrollando alrededor de un cilindro, que puede ser de vidrio, porcelana, cartón, hierro, etc.



Solenoides en un componente eléctrico.



Solenoides en un motor.

El valor de la densidad del flujo magnético en el interior del solenoide se obtiene a partir de la siguiente expresión matemática:

$$B = \frac{N\mu I}{l}$$

Y en función del número de espirales:  $B = \mu n I$

donde:

		Unidades
$B$	Inducción magnética perpendicular al conductor	Tesla (T)
$I$	Intensidad de la corriente que circula por el conductor	Ampere (A)
$l$	Longitud del solenoide	Metro (m)
$N$	Número de espiras	-
$n$	Número de espiras por unidad de longitud ( $n = N/l$ )	-
$\mu$	Permeabilidad del medio que rodea al conductor	[(Tesla)(metros)]/ampere (Tm)/A

El valor de la permeabilidad para el vacío o el aire es de  $\mu = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$ . Ahora, veamos un ejemplo para calcular la densidad del flujo magnético en el interior de un solenoide.

**Ejemplo:** Un solenoide tiene una longitud de 20 cm y está cubierto por 400 espiras de alambre. Si la intensidad de la corriente eléctrica es de 4 A, calcula la densidad del flujo magnético.

**Solución:**

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$l = 20 \text{ cm}$ $= 0.20 \text{ m}$ $\mu = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$ $N = 400 \text{ espiras}$ $I = 4 \text{ A}$	B	$B = \frac{N\mu I}{l}$	$B = \frac{(400)(4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A})(4 \text{ A})}{0.20 \text{ m}}$ $B = 0.10 \text{ T}$
<p><b>Solución (5)</b></p> <p>La magnitud de la densidad del flujo magnético en el solenoide es 0.10 T</p>			



## Actividad de aprendizaje 4

**Instrucciones:** Resuelve los siguientes problemas indicando el procedimiento, los despejes y las fórmulas en tu cuaderno.

1. Por una espira de  $0.5 \text{ m}^2$  de área circula una corriente de 5 A. Calcula la densidad de flujo magnético B considerando que la espira considera la permeabilidad del medio es la del aire.
2. Calcula la inducción magnética en un solenoide de 500 espiras y 50 cm de longitud, cuyo núcleo es de hierro fundido con  $\mu = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$  y en el que se hace circular una corriente de 5 A.

3. ¿Cuál es la densidad del flujo magnético en el aire en un punto localizado a 5 cm de un alambre largo que conduce una corriente eléctrica de 10 A?
4. Un solenoide con núcleo en el aire tiene una longitud de 50 cm, 20 espiras y un diámetro de 2 cm. Si por él pasa una corriente de 8 A, ¿cuál es la magnitud del flujo magnético en su interior?
5. Una bobina circular con 30 espiras de alambre en el aire tiene un radio de 8 cm y se encuentra en un mismo plano, ¿qué corriente eléctrica deberá pasar por la bobina para producir una densidad de flujo de 0.001 tesla?



Para verificar los logros obtenidos en esta actividad y realizar tu autoevaluación consulta la sección de Retroalimentación al final del libro.



Guarda el desarrollo y solución de esta actividad en tu portafolio de evidencias.



### Actividad de aprendizaje 5

**Producto de aprendizaje:** campo magnético producido por una corriente eléctrica.

**Instrucciones:** En pareja realiza el siguiente experimento.

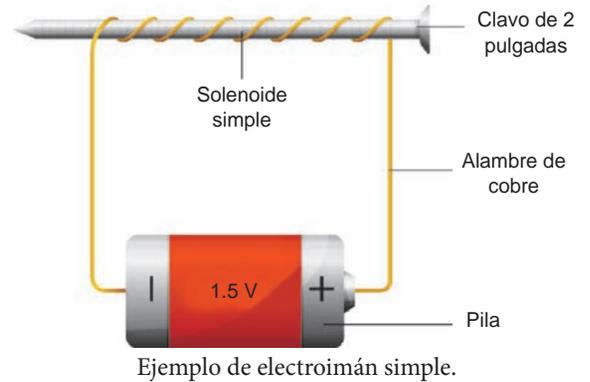
**Material:**

- 1 m de alambre de cobre calibre 18
- 1 pila de 1.5 V
- 1 clavo de 2 pulgadas
- 10 clips

**Procedimiento:**

1. Enrolla la longitud del clavo con alambre, de forma que quede bien apretado. Deberás dejar suelto un tramo de 15 a 20 cm de alambre en cada extremo del clavo (como se indica en la figura de la siguiente página) y cortar lo que sobre.
2. Coloca los clips sobre la mesa de trabajo (juntos).

3. Conecta los trozos de alambre que cuelgan en cada extremo de cable a cada polo de la pila y acerca el clavo a los clips pasándolos por encima de ellos.
4. Cuando el clavo se caliente desconecta uno de los alambres de la pila.
5. Realiza nuevamente el paso 2 y 3 pero utilizando la pila de 1.5 V.
6. Responde las siguientes preguntas:
  - a) ¿Qué sucede al acercar el clavo a los clips?



- b) ¿Qué sucede cuando disminuyes el voltaje en el arreglo de bobina y clavo?
- c) ¿Qué puedes concluir?



Para verificar los logros obtenidos en esta actividad y realizar tu autoevaluación consulta la sección de Retroalimentación al final del libro.



Guarda el desarrollo y solución de esta actividad en tu portafolio de evidencias.



Reflexionemos sobre la actividad

## ¿De qué te das cuenta?

¿Qué aplicación se le da a los electroimanes?

.....

.....

.....

## Cierre del bloque IV

### Reflexiona sobre lo aprendido

En este bloque se expusieron los temas relacionados con el magnetismo y se vincularon con la electricidad. Se mostraron las características de los imanes, sus diferentes tipos y la importancia que tienen en la comprensión de la fuerza magnética, para ello se consideraron los siguientes subtemas:

El magnetismo es el resultado del movimiento de los electrones en los átomos de las sustancias. Por lo tanto, es un efecto producido por el movimiento de las partículas cargadas y está estrechamente relacionado con la electricidad.

Se analizaron las propiedades de los materiales magnéticos basándose en su composición, lo que permitió realizar la clasificación de los imanes. Se comprendió la utilidad del electromagnetismo, así como las interacciones electromagnéticas, las cuales se originan a partir de una propiedad de los cuerpos: la carga eléctrica, la cual indica que los cuerpos pueden tener un exceso o déficit de cargas negativas. Si las cargas están en reposo, las fuerzas actuantes se llaman electrostáticas; si están en movimiento, las fuerzas actuantes se llaman electromagnéticas.

El electromagnetismo es la parte de la Física que se encarga de estudiar al conjunto de fenómenos que resultan de las acciones mutuas entre las corrientes eléctricas y el magnetismo. Antiguamente se pensaba que no existía ninguna relación entre los fenómenos magnéticos y eléctricos, pero a principios del siglo XIX, los trabajos del investigador Hans Christian Oersted, contribuyeron a demostrar esa interacción entre la electricidad y el magnetismo. El origen de los fenómenos electromagnéticos es la carga eléctrica: una propiedad de las partículas elementales que las hacen atraerse (si tienen signos opuestos) o repelerse (si tienen signos iguales).

A partir de las leyes del electromagnetismo se analizaron situaciones relacionadas con el campo eléctrico en un conductor recto con corriente, en un conductor en forma de espira así como para un selenoide o bobina con corriente.

### Autoevaluación

**Instrucciones:** Resuelve los siguientes ejercicios. Realiza las anotaciones necesarias en tu cuaderno con orden y limpieza. Registra y reflexiona tus respuestas para que después las comentes con tus compañeros de clase, escucha y respeta las aportaciones de los demás para mejorar tu trabajo.

1. ¿Qué es el magnetismo?

.....

2. Define qué es el campo magnético.

.....

3. ¿Cuántos tipos de imanes conoces? ¿Cuáles son?

.....

4. ¿Cómo puedes demostrar la presencia de un campo magnético?

.....

.....

5. ¿Cuáles son las fuentes del magnetismo?

.....

.....

6. ¿Cómo se clasifican las sustancias magnéticas y cuáles son sus características?

.....

.....

.....

7. Investiga y describe los tipos de motores eléctricos.

.....

.....

.....

8. ¿Cómo se define el flujo magnético?

.....

.....

# Bloque IV

Relacionas la electricidad con el magnetismo

9. ¿Qué es el weber?

.....

10. Investiga qué son los generadores y cómo se clasifican.

.....

.....

.....

.....



Para verificar los logros obtenidos en esta actividad y realizar tu autoevaluación consulta la sección de Retroalimentación al final del libro.



Guarda el desarrollo y solución de esta actividad en tu portafolio de evidencias.

Si en la actividad anterior obtuviste de 10 a 9 aciertos considera tu resultado como *excelente*, de 8 a 7 como *bien*, si tienes 6 aciertos como *regular* y si tus respuestas correctas fueron menos de 5 considera tu desempeño como *no suficiente*, lo que exige que refuerces tus conocimientos previos.

¿Cómo evalúas el nivel de tus conocimientos previos en función de las respuestas correctas que tuviste?	Excelente	<input type="text"/>
	Bien	<input type="text"/>
	Regular	<input type="text"/>
	No suficiente	<input type="text"/>



# Glosario

- **Aislante:** material de elevada resistencia eléctrica.
- **Ampere:** unidad de intensidad de corriente eléctrica en el SI.
- **Amperímetro:** aparato para medir corrientes eléctricas.
- **Atracción:** cargas eléctricas de diferente signo se atraen.
- **Batería:** grupo de pilas eléctricas conectadas en serie para proporcionar un voltaje más alto.
- **Bobina:** componente que genera un flujo magnético cuando se hace circular por él una corriente eléctrica. Se fabrican enrollando un hilo conductor (como el cobre) sobre un núcleo de material ferromagnético.
- **Brújula:** instrumento que consiste 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.
- **Calorimetría:** procedimiento para medir el calor producido por una reacción química o un proceso físico.
- **Campo eléctrico:** región del espacio que rodea al cuerpo cargado eléctricamente y en el que otra carga sentirá una fuerza eléctrica.
- **Capa de ozono:** capa que nos protege de los rayos ultravioleta por contener una concentración relativamente alta de ozono ( $O_3$ ), ya que reúne 90% del ozono presente en la atmósfera y absorbe de 97% a 99% de la radiación ultravioleta de alta frecuencia. Se extiende entre los 15 a los 50 km de altitud, siendo la zona de la estratosfera terrestre.
- **Carga eléctrica:** propiedad que poseen algunos cuerpos cuando, al ser frotados son capaces de atraer objetos livianos.
- **Circuito eléctrico:** red cerrada de componentes eléctricos unidos mediante alambres conductores y en el que circula la corriente eléctrica.
- **Conductor:** material que permite el paso de la corriente eléctrica.
- **Corriente eléctrica:** flujo de electrones que circulan a través de un material conductor. Se define también como el transporte de carga eléctrica de un punto a otro.
- **Corriente eléctrica alterna:** corriente eléctrica que cambia su sentido alternadamente cada cierto tiempo.
- **Corriente eléctrica continua o directa:** corriente eléctrica que lleva siempre el mismo sentido debido a que el voltaje que la produce es constante.
- **Coulomb:** Unidad de carga eléctrica en el SI.
- **Electricidad:** término que se refiere a los distintos fenómenos físicos en los que intervienen cargas eléctricas en reposo o en movimiento.
- **Electrón:** partícula que se encuentra en el átomo y cuya carga eléctrica es de  $-1.6 \times 10^{-19}$  C.
- **Electrostática:** parte de la electricidad encargada del estudio de las cargas eléctricas en reposo.
- **Energía cinética:** aquella energía que posee un cuerpo debido al movimiento que realiza.
- **Fuerza eléctrica:** fuerza que existe entre dos cuerpos debido a su carga eléctrica.

- **Generador:** aparato que produce energía eléctrica a partir de otro tipo de energía; puede ser de tipo mecánico (alternador y dinamo) o químico (pila). El dinamo que llevan algunas bicicletas es un generador de electricidad.
- **Intensidad de corriente:** magnitud que corresponde a la cantidad de corriente que atraviesa la sección transversal de un conductor en una unidad de tiempo.
- **Ley de Coulomb:** ley que establece la fuerza con la que se atraen o repelen cargas eléctricas en reposo a una determinada distancia.
- **Ley de Joule:** expresa la cantidad de energía que se disipa en una resistencia por unidad de tiempo.
- **Motor eléctrico:** máquina que transforma la energía eléctrica en mecánica. Según el tipo de corriente utilizada, puede ser continua o alterna, y se dividen, a su vez, en síncronos y asíncronos, si su velocidad de giro es fija o no.
- **Pila:** dispositivo que transforma la energía química en eléctrica.
- **Ramal:** parte de un sistema eléctrico que incluye el dispositivo final de sobrecorriente, como un fusible, protegiendo el circuito y las tomas de corriente que proporciona el circuito. También llamado circuito derivado o derivación.
- **Repulsión:** cargas eléctricas del mismo signo se repelen o rechazan.
- **Resistencia eléctrica:** propiedad de las sustancias que mide la manera en que impiden el paso de la corriente eléctrica.
- **Resistor:** dispositivo cuya propiedad fundamental es su resistencia.
- **Termómetro:** instrumento de cristal que contiene mercurio en su interior y se utiliza para medir la temperatura.
- **Transformador:** aparato o instalación que cambia o transforma el voltaje de una corriente eléctrica alterna sin modificar su potencia.
- **Válvula:** mecanismo que impide el retroceso de un fluido que circula por un conducto.
- **Volt:** unidad para medir el potencial o la fuerza electromotriz en el SI.
- **Voltaje:** diferencia de potencial.
- **Watt:** unidad de potencia eléctrica en el SI.

# Apéndice 1

## Retroalimentación de las actividades de aprendizaje

### Bloque I

#### Actividad de aprendizaje 1

1.

- |  |  |
|--|--|
| ( G ) Incomprensibles                            | ( G ) Partículas separadas con movimiento libre. |
| ( L ) No tienen forma definida.                  | ( S ) No fluyen.                                 |
| ( L ) Ocupa el volumen del recipiente.           | ( S ) Volumen determinado.                       |
| ( S ) Las partículas se encuentran muy cercanas. | ( G ) Son expandibles                            |
| ( L ) Partículas próximas con movimiento libre.  | ( S ) Tienen forma definida.                     |

2. Sangre, lágrimas y orina

#### Actividad de aprendizaje 2

Respuestas (1):

	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Masa (kg)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso (N)	Peso específico (N/m <sup>3</sup> )
Fila 1 →	1000	0.5	0.0005	4.9	9800
Fila 2 →	1	0.5	0.5	4.9	9.8
Fila 3 →	920	0.816	0.0008	8	9408
Fila 4 →	1.295	1.295	1	12.7	12.7

Procedimientos para cada dato buscado:

Fila 1:

$$V = \frac{m}{\rho} \Rightarrow V = \frac{0.5 \text{ kg}}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0.0005 \text{ m}^3$$

$$P = mg \Rightarrow P = (0.5 \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2) = 4.9 \text{ N}$$

$$P_e = \rho g = (1000 \text{ kg/m}^3)(9.8 \text{ m/s}^2) = 9800 \text{ N/m}^3$$

Fila 2:

$$P = mg \Rightarrow m = \frac{P}{g} = \frac{4.9 \text{ N}}{9.8 \text{ m/s}^2} = 0.5 \text{ kg}$$

$$= \frac{m}{V} = \frac{0.5 \text{ kg}}{0.5 \text{ m}^3} = 1 \text{ kg/m}^3$$

$$P_e = \rho g = (1 \text{ kg/m}^3)(9.8 \text{ m/s}^2) = 9.8 \text{ N/m}^3$$

Fila 3:

$$P = mg \Rightarrow m = \frac{P}{g} = \frac{8 \text{ N}}{9.8 \text{ m/s}^2} = 0.816 \text{ kg}$$

$$V = \frac{m}{\rho} \Rightarrow V = \frac{0.816 \text{ kg}}{920 \text{ kg/m}^3} = 0.0008 \text{ m}^3$$

$$P_e = \rho g = (920 \text{ kg/m}^3)(9.8 \text{ m/s}^2) = 9408 \text{ N/m}^3$$

Fila 4:

$$P_e = \rho g \Rightarrow \rho = \frac{P_e}{g} = \frac{12.7 \text{ N/m}^3}{9.8 \text{ m/s}^2} = 1.295 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V = (1.295 \text{ kg/m}^3)(1 \text{ m}^3) = 1.295 \text{ kg}$$

$$P = mg \Rightarrow P = (1.295 \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2) = 12.7 \text{ N}$$

Respuestas (2): La solución a cada problema se presenta en 5 pasos. (1) Identificación de los datos, (2) identificación de la incógnita, (3) fórmula y despeje de la incógnita, (4) sustitución de los datos en la fórmula despejada y realización de las operaciones, (5) solución o resultado.

a)

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$m = 500 \text{ g}$ De la tabla 1.1 $\rho = 2.6 \text{ g/cm}^3$	V	$\rho = \frac{m}{V}$ $V = \frac{m}{\rho}$	$V = \frac{500 \text{ g}}{2.6 \text{ g/cm}^3}$ $V = 192.30 \text{ cm}^3$	El volumen es 192.30 cm <sup>3</sup>

b)

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$V = 64 \text{ cm}^3$ De la tabla 1.1 $\rho = 2.7 \text{ g/cm}^3$	m	$\rho = \frac{m}{V}$ $m = \rho V$	$m = (2.7 \text{ g/cm}^3)(64 \text{ cm}^3)$ $m = 172.8 \text{ g}$	La masa es 172.8 g

c)

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$V = 400 \text{ cm}^3$ $m = 0.600 \text{ kg}$ $= 600 \text{ g}$	$\rho$ $P$ $P_e$	$\rho = \frac{m}{V}$ $P = mg$ $P_e = \rho g$	$\rho = \frac{0.600 \text{ kg}}{0.000400 \text{ m}^3} = 1500 \text{ kg/m}^3$ $P = (0.600 \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2) = 5.88 \text{ N}$ $P_e = (1500 \text{ kg/m}^3)(9.8 \text{ m/s}^2) = 14700 \text{ N/m}^3$

### Solución (5)

La densidad es 1500 kg/m<sup>3</sup>. El peso es 5.88 N. El peso específico es 14700 N/m<sup>3</sup>

### Actividad de aprendizaje 3

1.	Altura (m)	Masa (kg/m <sup>3</sup> )	Presión hidrostática (N/m <sup>2</sup> )	Presión atmosférica (N/m <sup>2</sup> )	Presión absoluta (N/m <sup>2</sup> )
Fila 1 →	0	1030	0	1 × 10 <sup>5</sup>	1 × 10 <sup>5</sup>
Fila 2 →	5	1030	50470	1 × 10 <sup>5</sup>	150470
Fila 3 →	50	1030	504700	1 × 10 <sup>5</sup>	604700
Fila 4 →	150	1030	1514100	1 × 10 <sup>5</sup>	100000

# Apéndice 1

Fila 1:

$$P_h = \rho g h \Rightarrow (1030 \text{ kg/m}^3)(9.8 \text{ m/s})(0) = 0$$

$$P_{abs} = P_h + P_{atm} = 0 + 1 \times 10^5 \text{ N/m}^2 = 1 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

Fila 2:

$$P_h = \rho g h \Rightarrow (1030 \text{ kg/m}^3)(9.8 \text{ m/s})(5) = 50470 \text{ N/m}^2$$

$$P_{abs} = P_h + P_{atm} = 50470 + 1 \times 10^5 \text{ N/m}^2 = 150470 \text{ N/m}^2$$

Fila 3:

$$P_h = \rho g h \Rightarrow (1030 \text{ kg/m}^3)(9.8 \text{ m/s})(50) = 504700 \text{ N/m}^2$$

$$P_{abs} = P_h + P_{atm} = 504700 + 1 \times 10^5 \text{ N/m}^2 = 604700 \text{ N/m}^2$$

Fila 4:

$$P_h = \rho g h \Rightarrow (1030 \text{ kg/m}^3)(9.8 \text{ m/s})(150) = 1514100 \text{ N/m}^2$$

$$P_{abs} = P_h + P_{atm} = 1514100 + 1 \times 10^5 \text{ N/m}^2 = 1614100 \text{ N/m}^2$$

## Actividad de aprendizaje 4

Respuestas (1):

- Comprimir una botella vacía, pues no hay fluido que ejerza resistencia sobre las paredes.
- La presión es mayor ya que esta es proporcional al nivel de profundidad

Respuestas (3):

a)

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$A_1 = 60 \text{ cm}^2 = 6 \times 10^{-3} \text{ m}^2$	$F_1$	$F_2 = m g$	$F_2 = (10000 \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2) = 98000 \text{ N}$
$A_2 = 350 \text{ cm}^2 = 3 \times 10^{-2} \text{ m}^2$	$F_2$	$F_1 = \frac{A_1 F_2}{A_2}$	$F_1 = \frac{(6 \times 10^{-3} \text{ m}^2)(98000 \text{ N})}{3 \times 10^{-2} \text{ m}^2} = 19600 \text{ N}$
$m = 10000 \text{ kg}$			
$g = 9.8 \text{ m/s}^2$			

### Solución (5)

La fuerza que debe aplicarse en el émbolo menor es 19600 N

b)

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$F_1 = 190 \text{ N}$	$A_1$	$A_1 = \frac{F_1 A_2}{F_2}$	$A_1 = \frac{(190 \text{ N})(0.20 \text{ m}^2)}{300 \text{ N}} = 0.126 \text{ m}^2$
$F_2 = 300 \text{ N}$			
$A_2 = 0.20 \text{ m}^2$			

### Solución (5)

El área del émbolo menor debe ser de 0.126 m<sup>2</sup>

## Actividad de aprendizaje 5

Con las actividades experimentales se pudo reforzar y comprobar las propiedades de los líquidos, así como los principios fundamentales de la hidroestática e hidrodinámica.

## Autoevaluación del bloque I

2.

- |       |                   |    |   |
|-------|-------------------|----|---|
| ( d ) | Peso específico   | a) | Estudia los fenómenos que se producen cuando un fluido se encuentra en movimiento.                |
| ( e ) | Densidad absoluta | b) | La relación entre la densidad absoluta de una sustancia y la densidad absoluta del agua.          |
| ( a ) | Hidráulica        | c) | Estudia el comportamiento y el movimiento de los fluidos.   |
| ( h ) | Fluido            | d) | La relación entre el peso de un cuerpo y su volumen.  |
| ( b ) | Densidad relativa | e) | La relación que hay entre la masa y el volumen de una sustancia o cuerpo.                         |
| ( g ) | Gasto             | f) | Fuerza ejercida por unidad de área  |
| ( j ) | Hidrodinámica     | g) | Estudia los fenómenos asociados con fluidos confinados en un contenedor                           |
| ( d ) | Hidrostática      | h) | Movimiento continuo de gases o líquidos por canales o tuberías.                                   |
| ( f ) | Presión           | i) | Volumen de fluido que circula por unidad de tiempo a través de la sección transversal de un tubo. |
| ( h ) | Flujo             | j) | Sustancia cuya forma se adapta a la del recipiente que lo contiene.                               |

3.

- |                        |                 |
|------------------------|-----------------|
| a) presión atmosférica | c) hidrostática |
| b) Volumen             | d) presión      |

4.

a)

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$m = 0.5 \text{ kg}$ $V = 45 \text{ cm}^3$ $= 45 \times 10^{-6} \text{ m}^3$	$\rho$	$\rho = \frac{m}{V}$	$\rho = \frac{(0.5 \text{ kg})}{(45 \times 10^{-6} \text{ m}^3)}$ $= 11111.11 \text{ kg/m}^3$	La densidad es $11111.11 \text{ kg/m}^3$

b)

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$V = 5 \text{ L}$ $= 5000 \text{ cm}^3$	G	$G = \frac{V}{t}$	$G = \frac{5000 \text{ cm}^3}{60 \text{ s}} = 83.33 \text{ cm}^3/\text{s}$
$t = 1 \text{ min}$ $= 60 \text{ s}$	A	$A = \frac{G}{v}$	$A = \frac{83.33 \text{ cm}^3/\text{s}}{28 \text{ cm/s}} = 2.97 \text{ cm}^2$
$v = 28 \text{ cm/s}$ $A = 2.5 \text{ cm}^2$	v	$v = \frac{G}{A}$	$v = \frac{83.33 \text{ cm}^3/\text{s}}{2.5 \text{ cm}^2} = 33.33 \text{ cm/s}$

# Apéndice 1

## Solución (5)

El área de la sección transversal de la aorta es  $2.97 \text{ cm}^2$   
 La velocidad de la vena cava inferior es  $33.33 \text{ cm/s}$

c)

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$D = 5 \text{ cm}$ $r = 2.5 \text{ cm}$ $V = 20 \text{ cm/s}$	A	$A = \pi r^2$	$A = \pi(2.5 \text{ cm})^2$ $= 19.63 \text{ cm}^2$	El gasto es $392.6 \text{ cm}^3/\text{s}$
	G	$G = v A$	$G = (20 \text{ cm/s})(19.63 \text{ cm}^2)$ $= 392.6 \text{ cm}^3/\text{s}$	

d)

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$D_1 = 8 \text{ cm}$ $r_1 = 4 \text{ cm}$ $D_2 = 4 \text{ cm}$ $r_2 = 2 \text{ cm}$ $v_1 = 4 \text{ m/s}$	Se calculan las áreas $A_1$ y $A_2$  Luego la velocidad $v_2$	$A_1 = \pi r_1^2$ $A_2 = \pi r_2^2$  $v_2 = \frac{A_1 v_1}{A_2}$	$A_1 = \pi(4 \text{ cm})^2 = 50.26 \text{ cm}^2$ $A_2 = \pi(2 \text{ cm})^2 = 12.56 \text{ cm}^2$  $v_2 = \frac{(50.26 \text{ cm}^2)(4 \text{ m/s})}{12.56 \text{ cm}^2} = 16 \text{ m/s}$	La velocidad del tubo pequeño es $16 \text{ m/s}$

5.

- La muñeca y el tobillo.
- La presión atmosférica sobre el líquido.
- Con la presión de un fluido.

## Bloque II

### Actividad de aprendizaje 1

Estufa, horno eléctrico, termómetro de mercurio de alcohol o digital.

### Actividad de aprendizaje 2

1.

De Celsius a Rankine:  
 $R = 1.8(^{\circ}\text{C}) + 460$

De Fahrenheit a Celsius:  
 $^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) / 1.8$

De Celsius a kelvin:  
 $K = ^{\circ}\text{C} + 273.2$

De kelvin a Fahrenheit:  
 $^{\circ}\text{F} = 1.8(K) - 459.76$

De Rankine a Fahrenheit:  
 $^{\circ}\text{F} = \text{R} - 428$

De Rankine a Celsius:  
 $^{\circ}\text{C} = (\text{R} - 460)/1.8$

2.

	Temperatura	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{F}$	K	$^{\circ}\text{R}$
Fila 1 →	Temperatura de ebullición del oro	2856	5172.8	3129	5632.8
Fila 2 →	Temperatura de ebullición del n-butanol	117.4	243.32	390.6	671.32
Fila 3 →	Temperatura corporal del cuerpo humano	37	98.6	310	558.6
Fila 4 →	Temperatura de ebullición del agua en la ciudad de Puebla	93	199.4	366	659.4
Fila 5 →	Temperatura ambiente en la ciudad de Puebla	22.5	72.5	295.5	18

Operaciones:

Fila 1

$$\begin{aligned}^{\circ}\text{C} &= 3129 - 273 = 2856 \\ ^{\circ}\text{F} &= 1.8(2856) + 32 = 5172.8 \\ ^{\circ}\text{R} &= 5172.8 + 460 = 5632.8\end{aligned}$$

Fila 2

$$\begin{aligned}^{\circ}\text{F} &= 1.8(-1) + 32 \\ \text{K} &= 30.2 + 273 = 303.2 \\ \text{R} &= 5172.8 + 460 = 5632.8\end{aligned}$$

Fila 3

$$\begin{aligned}^{\circ}\text{C} &= 98.6 - 32 = 37 \\ \text{K} &= 32 + 273 = 310 \\ ^{\circ}\text{R} &= 98.6 + 460 = 558.6\end{aligned}$$

Fila 4

$$\begin{aligned}^{\circ}\text{C} &= 366 - 273 = 93 \\ ^{\circ}\text{F} &= 1.8(93) + 32 = 199.4 \\ ^{\circ}\text{R} &= 199.4 + 460 = 659.4\end{aligned}$$

Fila 5

$$\begin{aligned}^{\circ}\text{C} &= 22.5 \\ ^{\circ}\text{F} &= 72.5 \\ ^{\circ}\text{R} &= 295.5\end{aligned}$$

### Actividad de aprendizaje 3

1.

	J	Cal	Kcal
Fila 1 →	418	100	0.1
Fila 2 →	836000	20000	200
Fila 3 →	500	119.61	0.11961

# Apéndice 1

Operaciones:

Fila 1

$$(100 \text{ cal})(4.18) = 418 \text{ J}$$

$$(100 \text{ cal})(0.001) = 0.1 \text{ kcal}$$

Fila 2

$$(200 \text{ kcal})(4.180) = 836 \text{ J}$$

$$(200 \text{ kcal})(1000) = 200000 \text{ cal}$$

Fila 3

$$(500 \text{ J})(0.239) = 119.5 \text{ cal}$$

$$(500 \text{ J})(0.00024) = 0.12 \text{ kcal}$$

## Actividad de aprendizaje 4

1.

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$L_i = 1 \text{ km}$ $= 100 \text{ m}$ $T_i = 20^\circ\text{C}$ $T_f = 38^\circ\text{C}$ $\alpha = 0.7 \times 10^{-5} \text{C}^{-1}$	$L_f$	$L_f = L_i [1 + \alpha (T_f - T_i)]$	$L_f = 1000 [1 + 0.7 \times 10^{-5} \text{C}^{-1} (38 - 20)]$ $L_f = 1000 [1 + 0.7 \times 10^{-5} \text{C}^{-1} (18)]$ $L_f = 1000 [1 + 12.6 \times 10^{-5} \text{C}^{-1}]$
<b>Solución (5)</b>			
$L_f = 1000.126$			

2.

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$L_i = 10 \text{ m}$ $T_i = 20^\circ\text{C}$ $T_f = 60^\circ\text{C}$  Acero $\alpha = 1.2 \times 10^{-5} \text{C}^{-1}$  Hierro $\alpha = 1.2 \times 10^{-5} \text{C}^{-1}$  Aluminio $\alpha = 2.4 \times 10^{-5} \text{C}^{-1}$	$L_f$   $\Delta L$	$L_f = L_i [1 + \alpha (T_f - T_i)]$	$L_f = 10 [1 + 1.2 \times 10^{-5} \text{C}^{-1} (60 - 20)]$ $L_f = 10 [1 + 0.00048] = 10.0048$  $\Delta L = 10.0048 - 10 = 0.0048 \text{ m}$  $L_f = 10 [1 + 2.4 \times 10^{-5} \text{C}^{-1} (60 - 20)]$ $L_f = 10 [1 + 0.00096] = 10.0096$  $\Delta L = 10.0096 - 10 = 0.0096 \text{ m}$
<b>Solución (5)</b>			

La barra de mayor dilatación es el aluminio, ya que tiene mayor coeficiente de dilatación.

3.

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$A_i = 0.32 \text{ m}^2$ $T_i = 10^\circ\text{C}$ $T_f = 32^\circ\text{C}$ $\alpha = 1.7 \times 10^{-5} \text{ C}^{-1}$	$A_F$	$A_f = A_i [1 + 2\alpha(T_f - T_i)]$	$A_f = 0.32 [1 + 2(1.7 \times 10^{-5} \text{ C}^{-1})(32 - 10)]$ $A_f = 0.32 [1 + 0.00074] = 0.3202 \text{ m}^2$

**Solución (5)**

$$A_f = 0.3202 \text{ m}^2$$

4.

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$D = 2 \text{ m} \rightarrow r = 1 \text{ m}$ $T_i = 25^\circ\text{C}$ $T_f = 10^\circ\text{C}$	$A_F$ $D$	$A = \pi r \rightarrow r = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$ $D = 2r$ $A_f = A_i [1 + 2\alpha(T_f - T_i)]$	$A_i = \pi(1 \text{ m})^2$ $A_i = 3.1416 \text{ m}^2$ $A_f = 3.1416 [1 + 2(0.7 \times 10^{-5} \text{ C}^{-1})(10 - 25)]$ $A_f = 3.1416 [1 - 0.00021] = 3.1409$

**Solución (5)**

$$A_f = 3.1409 \text{ m}^2$$

5.

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$T_i = 20^\circ\text{C}$ $T_f = 50^\circ\text{C}$ $V_f = 0.004 \text{ m}^3$ $\alpha = 1.2 \times 10^{-5} \text{ C}^{-1}$	$\Delta V$ $V_F$	$V_f = V_i [1 + 3\alpha(T_f - T_i)]$	$V_f = 0.004 [1 + 3(1.2 \times 10^{-5} \text{ C}^{-1})(50 - 20)]$ $V_f = 0.004 [1 + 0.0108] = 0.0041004$ $\Delta V = 0.0041004 - 0.004 = 0.0001004$

**Solución (5)**

$$0.0001004 \text{ m}^3$$

## Actividad de aprendizaje 5

1.

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
Platino = plata $m = 20 \text{ g}$ $T_i = 20^\circ\text{C}$ $T_f = 60^\circ\text{C}$ $C = 0.06 \text{ cal/(g} \cdot ^\circ\text{C)}$	$Q$	$Q = mC(T_f - T_i)$	$Q = (20)(0.06)(60 - 20)$ $Q = 720$	$720 \text{ cal}$

# Apéndice 1

2.

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
<p>Cobre</p> <p><math>m = 300 \text{ g}</math></p> <p><math>T_i = 20^\circ\text{C}</math></p> <p><math>T_f = 108.3^\circ\text{C}</math></p> <p><math>C = 0.093</math></p>	<p>Q</p>	<p><math>Q = mC(T_f - T_i)</math></p>	<p><math>Q = (300)(0.093)</math></p> <p><math>(108.3 - 20)</math></p> <p><math>Q = 2463.57</math></p>	<p>2463.57 cal</p>

3.

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
<p>Agua</p> <p><math>Q = 25 \text{ kcal}</math></p> <p><math>= 25000</math></p> <p><math>m = 500 \text{ g}</math></p> <p><math>T_i = 90^\circ\text{C}</math></p> <p><math>C = 1 \text{ cal}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})</math></p>	<p><math>T_f</math></p>	<p><math>Q = mC(T_f - T_i)</math></p> <p><math>T_f = (Q/mC) + T_i</math></p>	<p><math>T_f = (2500/(500)(1)) + 90</math></p> <p><math>T_f = 95</math></p>	<p>95°C</p>

4.

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)
<p><b>Café</b></p> <p><math>m = 300 \text{ g}</math></p> <p><math>C = 1 \text{ cal}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})</math></p> <p><math>T_i = 50^\circ\text{C}</math></p> <p><b>Cuchara</b></p> <p><math>m = 150 \text{ g}</math></p> <p><math>C = 0.22 \text{ cal}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})</math></p> <p><math>T_i = 20^\circ\text{C}</math></p>	<p><math>T_f \text{ café}</math></p> <p><math>T_f \text{ cuchara}</math></p>	<p><math>mC(T_{f \text{ café}} - T_{i \text{ café}}) = mC(T_{f \text{ cuchara}} - T_{i \text{ cuchara}})</math></p>
<p><b>Sustitución (4)</b></p> <p><math>(300)(0.47)(T_{f \text{ café}} - 50) = (150)(0.22)(T_{f \text{ cuchara}} - 20)</math></p> <p><math>141T_{f \text{ café}} - 7050 = 33T_{f \text{ cuchara}} - 660</math></p> <p><math>141T_{f \text{ café}} - 33T_{f \text{ cuchara}} = -660 + 7050</math></p> <p><math>108T_{f \text{ café}} = 6390</math></p>		<p><b>Solución (5)</b></p> <p>La temperatura del café es</p> <p>59.17 °C</p>

## Actividad de aprendizaje 6

Con este experimento se puede mostrar el fenómeno de dilatación volumétrica, además permite reforzar los conocimientos de la dilatación.

## Autoevaluación del bloque II

I. Respuestas:

1. b
2. a
3. c
4. c
5. b
6. b
7. a
8. c

II. Respuestas:

1. La capacidad calorífica es la cantidad de calor necesaria para elevar 1° la cantidad de un mol de sustancia. El calor específico es el calor necesario para elevar la temperatura de 1 gramo de sustancia a un 1°.
2. Debido al movimiento de las partículas, las cuales llegan a un punto donde alcanzan la máxima energía cinética que produce disminuir o vencer la fuerza que mantiene unida a las partículas.
3. Debido a las fuerzas intermoleculares.
- 4.



5. Para realizar el esquema puedes considerar la siguiente información:

- Conocer la masa de la sustancia.
- Conocer la temperatura inicial y final.
- Conocer el calor específico de la sustancia.
- Aplicar la fórmula del calor  $Q = mC(T_f - T_i)$

- 6.

Calor - Joule (J)                      Calor latente J/kg  
 Temperatura - Kelvin (K)          Masa kg  
 Calor específico (J/kg · K)

- III.

- 9.

- a)  $^{\circ}F = 1.8(-150) + 32 = -270 + 32 = -238$
- b)  $K = -100 + 273 = 173$
- c)  $R = 1.8(80) + 492 = 636$

- 10.

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$L_i = 4 \text{ m}$ $T_i = 20^{\circ}\text{C}$ $T_f = 60^{\circ}\text{C}$ $\alpha = 1.7 \times 10^{-5} \text{C}^{-1}$	$L_F$	$A_f = A_i [1 + 2\alpha(T_f - T_i)]$	$L_f = 4 [1 + 2(1.7 \times 10^{-5} \text{C}^{-1})(60 - 20)]$ $L_f = 4 [1 + 0.00068] = 4.00272$ $L_f = 4.00272$
<b>Solución (5)</b>			
$4.00272 \text{ m}$			

# Apéndice 1

10.

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$A_i = 4 \text{ m}^2$ $T_i = 20^\circ\text{C}$ $T_f = 60^\circ\text{C}$ $\alpha = 0.4 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	$L_F$	$L_f = L_i [1 + \alpha (T_f - T_i)]$	$L_f = 4 [1 + (1.7 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1})(60 - 20)]$ $L_f = 4 [1 + 0.00068] = 4.00272$ $L_f = 4.00272$
<b>Solución (5)</b>			
$4.00272 \text{ m}$			

11.

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$A_i = 3 \text{ m}^2$ $T_i = 20^\circ\text{C}$ $T_f = 35^\circ\text{C}$ $\alpha = 0.4 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	$A_F$	$A_f = A_i [1 + 2\alpha (T_f - T_i)]$	$L_f = 3 [1 + 2(0.4 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1})(35 - 20)]$ $L_f = 3 [1 + 0.00012] = 3.00036$ $A_f = 3.00036$
<b>Solución (5)</b>			
$3.00036 \text{ m}^2$			

12.

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$V = 1 \text{ L}$ $= 1 \text{ kg}$ $= 1000 \text{ g}$ $T_i = 20^\circ\text{C}$ $T_f = 90^\circ\text{C}$ $C = 1 \text{ cal/g}\cdot\text{C}$	$Q$	$Q = mC(T_f - T_i)$	$Q = (1000)(1)(90 - 20)$ $Q = 70000 \text{ cal}$	$70000 \text{ cal}$

13.

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$m = 2 \text{ kg}$ $= 2000 \text{ g}$ $T_i = 20^\circ\text{C}$ $Q = 20 \text{ kcal}$ $= 20000 \text{ cal}$ $C = 0.11 \text{ cal/g}\cdot\text{C}$	$T_f$	$T_f = \frac{Q}{mC} + T_i$	$T_f = \frac{20000}{(2000)(0.11)} + 20$ $T_f = 110.90 \text{ }^\circ\text{C}$	$T_f = 110.90 \text{ }^\circ\text{C}$

14.

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$m = 500 \text{ g}$ $Q = 5 \text{ kcal}$ $= 5000 \text{ cal}$ $T_i = 40^\circ\text{C}$ $T_f = 80^\circ\text{C}$	C	$C = \frac{Q}{m(T_f - T_i)}$	$C = \frac{5000}{(500)(80 - 40)}$ $C = \frac{5000}{20000}$ $C = \frac{1}{4}$ $C = 0.025$	$C = 0.025 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$

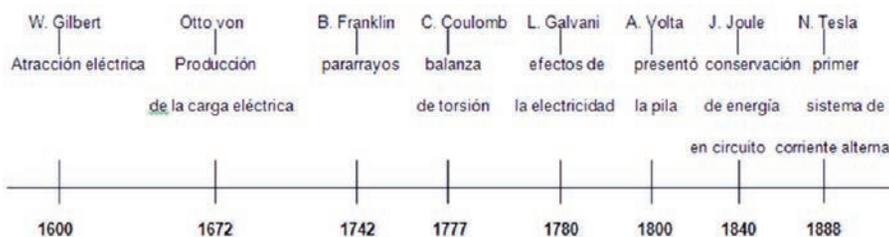
15.

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
-1- $m = 300 \text{ ml}$ $= 300 \text{ g}$ $T_i = 80^\circ\text{C}$  -2- $m = 200 \text{ ml}$ $= 200 \text{ g}$ $T_i = 100^\circ\text{C}$	$T_f$	$Q_1 = Q_2$ $mC(T_{f1} - T_{i1}) = mC(T_{f2} - T_{i2})$	$(300)(1)(T_f - 80) = (200)(1)(T_f - 100)$ $300T_f - 24000 = 200T_f - 20000$ $300T_f - 200T_f = -20000 + 24000$ $100T_f = 4000/100$ $T_f = 40$  <b>Solución (5)</b> $T_f = 40^\circ\text{C}$

## Bloque III

### Actividad de aprendizaje 1

1. Ejemplo de línea del tiempo e información:



2. Aparatos eléctricos: juegos mecánicos, videojuegos, computadora, teléfono, televisión, video, refrigerador, microondas, cafetera, tostador, licuadora, extractor de jugos, plancha, bomba de agua, timbre.

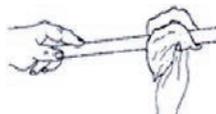
### Actividad de aprendizaje 2

1. Producen descargas eléctricas, se atraen o se repelen, dan toques.

# Apéndice 1

2.

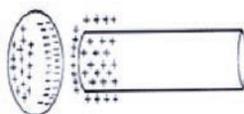
- a) Se pegan a la pared.
- b) Se carga de electrones.
- c) Se repelen, es decir, se separan porque ambos tienen la misma carga.
- d) Instrumento que se utiliza para saber si un cuerpo está cargado eléctricamente.
- e) *Fricción*: frotando dos cuerpos eléctricamente neutros y ambos se cargan uno con carga positiva y otro con carga negativa.



*Contacto*: cuando un cuerpo neutro toca un cuerpo que está previamente cargado.



*Inducción*: cuando acercamos un cuerpo electrizado a uno neutro



En la actividad fue por fricción.

## Actividad de aprendizaje 3

1.

- a) a los electrones
- b) se repelen
- c) inversamente

d)  $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$

2.

a)

### Datos (1)

$$q_1 = 50 \text{ nC} = 50 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$q_2 = 50 \text{ nC} = 50 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$r = 10 \text{ mm} = 10 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2$$

### Incógnita (2)

$F$

### Fórmula (3)

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

### Sustitución (4)

$$F = \left( 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2} \right) \frac{(50 \times 10^{-9} C)(50 \times 10^{-9} C)}{(10 \times 10^{-3} m)^2} = 2.25 \times 10^{-3} N$$

$$F = 2.25 \times 10^{-3} N$$

### Solución (5)

La fuerza de repulsión es  $2.25 \times 10^{-3} N$

b)

### Datos (1)

$$F = 0.8 N$$

$$q_1 = 8 \mu C = 8 \times 10^{-6} C$$

$$q_2 = 12 \mu C = 12 \times 10^{-6} C$$

$$k = 9 \times 10^9 Nm^2 / C^2$$

### Incógnita (2)

$r$

### Fórmula (3)

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$r = \sqrt{\frac{k q_1 q_2}{F}}$$

### Sustitución (4)

$$r = \sqrt{\frac{\left( 9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2} \right) (8 \times 10^{-6} C)(12 \times 10^{-6} C)}{0.8 N}}$$

$$r = 1.039 m$$

### Solución (5)

La separación es 1.039 m

c)

### Datos (1)

$$F_1 = 0.08 N$$

$$r = 40 cm = 0.40 m$$

$$k = 9 \times 10^9 Nm^2 / C^2$$

### Incógnita (2)

$q_1$   
 $q_2$

### Fórmula (3)

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

Sustituyendo en la ecuación y simplificando obtenemos

$$F = k \frac{q^2}{r^2}$$

Despejando la carga

$$q = \sqrt{\frac{Fr^2}{k}}$$

### Sustitución (4)

$$q = \sqrt{\frac{(0.08 N)(0.40 m)^2}{9 \times 10^9 Nm^2 / C^2}}$$

$$q = 1.19 \times 10^{-6} C$$

$$q = 1.19 \mu C$$

### Solución (5)

Las cargas son de  $q = 1.19 \mu C$

# Apéndice 1

d)

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)
$q_1 = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ $q_2 = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ $r = 8.3 \times 10^{12} \text{ m}$ $k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2$	$F$	$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ <p>como <math>q_1 = q_2 = q</math> la fuerza se determina por</p> $F = k \frac{q^2}{r^2}$
Sustitución (4)	Solución (5)	
$F = \left( 9 \times 10^9 \frac{\text{N m}^2}{\text{C}^2} \right) \frac{(1.6 \times 10^{-19} \text{ C})^2}{(8.3 \times 10^{12} \text{ m})^2}$ $F = 3.3 \times 10^{-54} \text{ N}$	<p>La fuerza de repulsión es</p> $3.3 \times 10^{-54} \text{ N}$	

## Actividad de aprendizaje 4

1.

- Vectorial, ya que es una medida de fuerza por unidad de carga.
- A la fuerza e inversamente proporcional a la carga.

2.

a)

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$q = 300 \text{ mC}$ $= 300 \times 10^{-3} \text{ C}$ $F = 0.003 \text{ N}$	$E$	$E = \frac{F}{q}$	$E = \frac{(0.003 \text{ N})}{300 \times 10^{-3} \text{ C}}$ $E = 0.01 \text{ N/C}$	<p>La intensidad del campo es</p> $0.01 \text{ N/C}$

b)

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$q = 6 \mu\text{C} = 6 \times 10^{-6} \text{ C}$ $E = 120000 \text{ N / C}$ $k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}$	$r$	<p>La intensidad de carga en función de la distancia está expresada por</p> $E = \frac{kq}{r^2}$ <p>Despejando la distancia</p> $r = \sqrt{\frac{kq}{E}}$	$r = \sqrt{\frac{(9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C})(6 \times 10^{-6} \text{ C})}{120000 \text{ N / C}}}$ $r = 0.670 \text{ m}$

### Solución (5)

La distancia a la que se encuentra la carga de prueba es 0.670 m

c)

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$q = 60 \text{ nC}$ $= 60 \times 10^{-9} \text{ C}$ $E = 50000 \text{ N/C}$	$F$	$E = \frac{F}{q}$ $F = E q$	$F = (50000 \text{ N/C})(60 \times 10^{-9} \text{ C})$ $F = 3 \times 10^{-3} \text{ N}$

### Solución (5)

La magnitud de la fuerza es  $3 \times 10^{-3} \text{ N}$

### Actividad de aprendizaje 5

- Es el movimiento de un conjunto de cargas (electrones) por un conductor.
- Indica la capacidad de un material para oponerse al paso de la corriente; disminuye el paso de los electrones en un conductor eléctrico.
- Da idea de la fuerza con que circula la corriente, es decir, el flujo de electrones y se mide en voltios.
- Es la cantidad de corriente eléctrica que circula a través de un circuito cada segundo.
- Propiedad de las sustancias que mide la manera en que impide el paso de la corriente eléctrica.
- Milímetro.

7.

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$R = 10 \Omega$ $V = 10 \text{ V}$	$I$	$I = \frac{V}{R}$	$I = \frac{10 \text{ V}}{10 \Omega}$ $I = 1 \text{ A}$	a) La intensidad es 1 ampere
$t = 1 \text{ día}$ $= 24 \text{ h}$ $= 86400 \text{ s}$	$P$	$P = V I$	$P = (10 \text{ V})(1 \text{ A})$ $P = 10 \text{ W}$	b) La potencia es 10 watts
	$E$	$E = P t$	$E = (10 \text{ W})(86400 \text{ s})$ $E = 864000 \text{ J}$	c) La energía es 864000 J

# Apéndice 1

8.

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$P = 1500 \text{ W}$ $= 1.5 \text{ kW}$ $t = 1 \text{ h}$	Energía consumida $E$ y el costo	$E = P t$ costo = $(E)(\text{precio})$	$E = (1.5 \text{ kW})(1 \text{ h})$ $E = 1.5 \text{ kW-h}$ Costo = $(1.5 \text{ kW-h})(0.99)$ Costo = 1.485	El costo de producir el pastel es \$1.485

9.

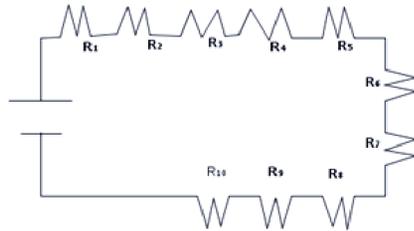
Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$V = 230 \text{ V}$ $P = 2300 \text{ W}$	R  I	$P = V I$ Despejamos la corriente $I = \frac{P}{V}$ De la expresión $I = \frac{V}{R}$ Despejamos la resistencia $R = \frac{V}{I}$	$I = \frac{2300 \text{ W}}{230 \text{ V}}$ $I = 10 \text{ A}$  $R = \frac{230 \text{ V}}{10 \text{ A}}$ $R = 23 \text{ Ohm}$	a) La intensidad es de 10 A b) La resistencia es de 23 Ohm

10.

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$V = 120 \text{ V}$ $P = 1000 \text{ W}$	R  I	$P = V I$ Despejamos la corriente $I = \frac{P}{V}$ De la expresión $I = \frac{V}{R}$ Despejamos la resistencia $R = \frac{V}{I}$	$I = \frac{1000 \text{ W}}{120 \text{ V}}$ $I = 8.33 \text{ A}$  $R = \frac{120 \text{ V}}{8.333 \text{ A}}$ $R = 14.4 \text{ Ohm}$	a) La intensidad es 8.33 A b) La resistencia es 14.4 Ohm

## Actividad de aprendizaje 6

1.



$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 + R_7 + R_8 + R_9 + R_{10}$$

2. a)  $R_{eq} = R_1 + R_2 + R_2 + R_3$   
 $R_{eq} = (25 + 50 + 100)\Omega = 175\Omega$

b)  $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$   
 $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{25} + \frac{1}{50} + \frac{1}{100} = \frac{7}{100}$   
 $R_{eq} = \frac{100}{7} = 14.28\Omega$

c) En serie  $I = \frac{V}{R} \quad I = \frac{20\text{ V}}{175\Omega} = 0.96\text{ A}$

En paralelo  $I = \frac{V}{R} \quad I = \frac{20\text{ V}}{14.28\Omega} = 1.4\text{ A}$

3. a)  $R_{eq} = R_1 + R_2$   
 $R_{eq} = (35 + 55)\Omega = 90\Omega$

b)  $I = \frac{120\text{ V}}{90\Omega} = 1.33\text{ A}$

## Actividad de aprendizaje 7

1. Puede ser cualquiera de los dos polos.
2. Sí es posible si contamos con otro material conductor.
3. Alambre de cobre, grafito o cualquier otro material conductor.

## Autoevaluación del bloque III

I.

1. V
2. F
3. V
4. V
5. V

II.

- |                |                   |
|----------------|-------------------|
| ( C ) Aluminio | ( C ) Agua salada |
| ( A ) Madera   | ( C ) Plata       |
| ( C ) Cobre    | ( A ) Porcelana   |
| ( A ) Aire     | ( C ) Oro         |
| ( C ) Grafito  | ( A ) Asbesto     |

# Apéndice 1

III.

a)

Magnitud eléctrica	Símbolo de la magnitud	Unidad de medida	Símbolo de la medida
Intensidad de corriente eléctrica	$I$	<i>Ampere</i>	$A$
Resistencia eléctrica	$R$	<i>Ohm</i>	$\Omega$
Voltaje	$V$	<i>Volt</i>	$V$
Potencia eléctrica	$P$	<i>Watt</i>	$W$
Energía	$E$	<i>Joule</i>	$J$

b)

Magnitud eléctrica	Valores				
Intensidad de corriente eléctrica	0.03 A	3 A	0.06 A	12.5 A	0.01 A
Resistencia eléctrica	200 $\Omega$	3.33 $\Omega$	0.2 $\Omega$	4 $\Omega$	2000 $\Omega$
Voltaje	6 V	10 V	0.012 V	50 V	20 V
Potencia eléctrica	0.18 W	30 W	0.0007 W	625 W	0.2 W
Energía	0.18 W-s	30 W-s	0.0007 W-s	625 W-s	0.2W-s
Fórmula:	$V = I R$ $P = V I$ $E = P t$	$R = \frac{V}{I}$ $P = V I$ $E = P t$	$R = \frac{V}{I}$ $P = V I$ $E = P t$	$I = \frac{V}{R}$ $P = V I$ $E = P t$	$V = I R$ $P = V I$ $E = P t$
Operación:	$V = (0.03A)(200\Omega)$ $= 6 V$ $P = (6 V)(0.03 A)$ $= 0.18 W$ $E = (0.18W)(1 s)$ $= 0.18 W s$	$R = \frac{10 V}{3 A} = 3.33 \Omega$ $P = (10 V)(3 A)$ $= 30 W$ $E = (30 W)(1 s)$ $= 30 W-s$	$R = \frac{0.012V}{0.06A} = 0.2 \Omega$ $P = (0.012 V)(0.06 A)$ $= 0.0007 W$ $E = (0.012 V)(0.06 A)$ $= 0.0007 W$	$I = \frac{50 V}{4\Omega} = 12.5 A$ $P = (50 V)(12.5 A)$ $= 625 W$ $E = (625W)(1 s)$ $= 625 W-s$	$I = \frac{20 V}{2000 \Omega} = 0.01 A$ $P = (20 V)(0.01 A)$ $= 0.2 W$ $E = (0.2 W)(1 s)$ $= 0.2 W - s$

IV.

1.

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$q = 2.8 C$ $I = 3 A$	$t$	$I = \frac{q}{t}$ despejando $t$ $t = \frac{q}{I}$	$t = \frac{2.8 C}{3 A}$ $t = 0.933 s$	El tiempo que le toma a la carga pasar a través del área es 0.933 s

2.

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$L = 5 \text{ m}$ $\rho = 1.72 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$ $D = 2.59 \text{ mm}$ $= 2.59 \times 10^{-3} \text{ m}$ $r = 1.295 \text{ mm}$ $= 1.295 \times 10^{-3} \text{ m}$	A R	$R = \rho \frac{L}{A}$  Para determinar la resistencia primero calculamos el área $A = \pi r^2$	$A = (3.1416)(1.295 \times 10^{-3} \text{ m})^2$ $A = 5.268 \times 10^{-6} \text{ m}^2$  Ahora calculamos la resistencia  $R = (1.72 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}) \frac{5 \text{ m}}{5.268 \times 10^{-6} \text{ m}^2}$ $R = 0.0163 \Omega$

### Solución (5)

.La resistencia es  $0.0163 \Omega$

3.

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$I = 3 \text{ A}$ $V = 110 \text{ V}$	R	$R = \frac{V}{I}$	$R = \frac{110 \text{ V}}{3 \text{ A}}$ $R = 36.66 \Omega$	La resistencia del filamento es $36.66 \Omega$

4.

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$I = 12 \text{ A}$ $V = 110 \text{ V}$ $t = 5 \text{ min}$ $= 300 \text{ s}$	Q R	$Q = I^2 R t$  $R = \frac{V}{I}$	Calculamos la R $R = \frac{110 \text{ V}}{12 \text{ A}}$ $R = 9.166 \Omega$  Calculamos el calor $Q = (12 \text{ A})^2 (9.166 \Omega)(300 \text{ s})$ $Q = 395971.2 \text{ J}$	La cantidad de calor que produce en 5 minutos es $395971.2 \text{ joule}$

5.

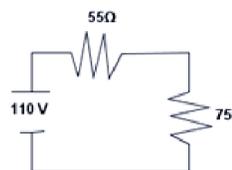
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

Despejando la resistencia equivalente se obtiene:

$$R_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}}$$

6.

a)



b)

$$1. R_{eq} = 55\Omega + 75\Omega = 130\Omega$$

$$2. I = \frac{110 \text{ V}}{130\Omega} = 0.846 \text{ A}$$

$$3. V = (55\Omega)(0.846 \text{ A}) = 46.53 \text{ A}$$

$$V = (75\Omega)(0.846 \text{ A}) = 63.45 \text{ A}$$

# Apéndice 1

7.

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$R = 15 \Omega$ $V = 120 V$ $t = 1 \text{ hr} = 3600 \text{ s}$	$Q$  $R$	$Q = I^2 R t$  $I = \frac{V}{R}$	Calculamos la intensidad de corriente $I = \frac{120 V}{15 \Omega}$ $I = 8 A$  Calculamos el calor $Q = (8 A)^2 (15 \Omega)(3600 \text{ s})$ $Q = 3456000 J$	La cantidad de calor que produce en 1 hora es 3456000 joule.

8.

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$P = 100 W$ $V = 110 V$	$I$	$P = V I$  Despejando la intensidad de corriente $I = \frac{P}{V}$	$I = \frac{100 W}{110 V}$ $I = 0.909 A$	La corriente es 0.909 ampere.

9.

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)	Solución (5)
$V = 110 V$ $I = 4 A$	$P$	$P = V I$	$P = (110 V)(4 A)$ $P = 440 W$	La potencia es 440 W

10.

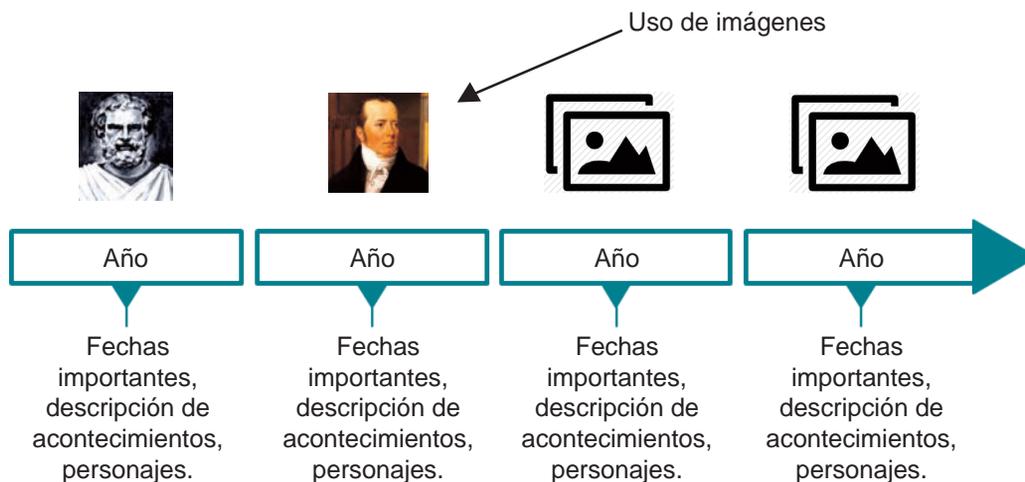
Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$V = 110 V$ $P = 100 W$ $t = 1 \text{ min}$ $= 60 \text{ s}$	$R$ $I$ $E$ $q$ Costo	$I = \frac{P}{V}$  $R = \frac{V^2}{P}$  $E = P t$  $q = I t$	$I = \frac{100 W}{110 V}$ $I = 0.909 A$ $R = \frac{(110 V)^2}{100 W}$ $R = 121 \Omega$  $E = (100 W)(60 \text{ s})$ $E = 6000 J \left( \frac{1 \text{ kWh}}{3600000 J} \right) = 0.0016 \text{ kWh}$  $q = (0.909 A)(60 \text{ s})$ $q = 54.54 C$  $\text{Costo} = (0.0016 \text{ kWh})(\$0.816)(4) = \$ 0.0052$

### Solución (5)

a) La resistencia del filamento es 121  $\Omega$ , b) La intensidad de la corriente es 0.909 A; c) La energía que pasa por el filamento es 6000 J por minuto, d) la carga que pasa por el filamento es de 54.54 en un minuto y e) el costo del foco por estar encendido 4 horas es \$0.0052.

## Bloque IV

### Actividad de aprendizaje 1



### Actividad de aprendizaje 2

2.

a)

Material	Es atraído por el imán	No es atraído por el imán
Aguja	X	
Clip	X	
Clavo	X	
Palito de madera		X
Moneda	X	
Goma		X
Trozo de hoja pequeño		X
Algodón		X
Tapa de refresco		X
Un trozo de alambre pequeño	X	

b) Los que son atraídos por el imán.

c) Son metales y son ferromagnéticos.

# Apéndice 1

## Actividad de aprendizaje 3

5. a) Que se repelen ó se atraen   b) Positivos y negativos   c) Polos magnéticos  
d) Se repelen   e) Atracción o repulsión   f) No

## Actividad de aprendizaje 4

1.

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$A = 0.5 \text{ m}^2$ $I = 5 \text{ A}$ $\mu = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$	$r$ $B$	$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$ $B = \frac{\mu I}{2r}$	$r = \sqrt{\frac{0.5 \text{ m}^2}{\pi}} = 0.398 \text{ m}$ $B = \frac{(4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A})(5 \text{ A})}{2(0.398 \text{ m})} = 7.89 \times 10^{-6} \text{ T}$

### Solución (5)

La densidad de flujo es de  $7.89 \times 10^{-6}$  tesla.

2.

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$N = 500$ $L = 50 \text{ cm} = 0.5 \text{ m}$ $I = 5 \text{ A}$ $\mu = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$	$B$	$B = N \frac{\mu I}{L}$	$B = (500) \frac{(4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A})(5 \text{ A})}{0.5 \text{ m}}$ $B = 0.0000125 \text{ T}$

### Solución (5)

La densidad de flujo es 0.02 tesla.

3.

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$L = 0.5 \text{ cm}$ $= 0.05 \text{ m}$ $I = 10 \text{ A}$ $\mu = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$	$B$	$B = N \frac{\mu I}{L}$	$B = \frac{(4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A})(10 \text{ A})}{2\pi(0.05 \text{ m})}$ $B = 4 \times 10^{-5} \text{ T}$

### Solución (5)

La densidad de flujo es de  $4 \times 10^{-5}$  tesla.

4.

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$N = 20$ $L = 50 \text{ cm}$ $= 0.5 \text{ m}$ $I = 8 \text{ A}$ $\mu = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$	$B$	$B = N \frac{\mu I}{L}$	$B = (20) \frac{(4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A})(8 \text{ A})}{0.5 \text{ m}}$ $B = 1.28 \times 10^{-4} \text{ T}$

### Solución (5)

La densidad de flujo es de  $1.28 \times 10^{-4}$  tesla.

5.

Datos (1)	Incógnita (2)	Fórmula (3)	Sustitución (4)
$N = 30$ $r = 8 \text{ cm} = 0.08 \text{ m}$ $B = 0.001 \text{ T}$ $\mu = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$	$B$	$B = \frac{\mu N I}{2r}$ $I = \frac{2B r}{\mu N}$	$B = (20) \frac{(4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A})(8 \text{ A})}{0.5 \text{ m}}$ $B = 1.28 \times 10^{-4} \text{ T}$

### Solución (5)

La corriente eléctrica es de 3.18 Ampere

## Actividad de aprendizaje 5

6.

- Los clip son atraídos por el clavo.
- Disminuye la atracción de los clips.
- Se crea un campo electromagnético.

## Autoevaluación del bloque IV

- Propiedad que tienen los cuerpos llamados imanes de atraer al fierro, níquel y cobalto
- Es el espacio que rodea a un imán donde se manifiestan las fuerzas de atracción o repulsión.
- Imanes naturales, artificiales, temporales y permanentes.
- Cuando a un imán le acercas un clavo, por ejemplo, y éste es atraído hacia el imán sin que haya un contacto físico entre ellos.

# Apéndice 1

5. Los materiales magnéticos.
6. Los ferromagnéticos son materiales fuertemente atraídos por un imán y pueden quedar imanados. Los paramagnéticos son materiales débilmente atraídos por los imanes, por ejemplo el aluminio. Los diamagnéticos son materiales que no son atraídos por los imanes.
7. El motor eléctrico es un aparato que convierte la energía eléctrica en energía mecánica. Los motores de corriente alterna pueden ser monofásicos y polifásicos. Los motores de corriente continua pueden ser de imanes permanentes, motores de paso, etc.
8. Es el número de línea de campo magnético que pasa a través de la unidad de área.
9. En la unidad del flujo magnético en el Sistema Internacional y equivale al flujo que atraviesa un espiral en  $1 \text{ m}^2$ .
10. Es un aparato que convierte la energía eléctrica en energía mecánica. Los generadores se clasifican en dos tipos: primarios y secundarios.

## Antecedentes históricos del magnetismo

La electricidad y el magnetismo se desarrollaron por separado hasta el siglo XVIII. A principio del siglo XIX se empezó a investigar la influencia que tenía la electricidad sobre una aguja magnética, estos experimentos fueron estimulados por la invención de la pila voltaica, alrededor de 1800.

### Hans Christian Oersted

En 1820, el físico danés Hans Christian Oersted, en una tarde de primavera él se encontraba en Copenhague preparando su clase de Física, notó que al mover una brújula cerca de un cable que conducía corriente eléctrica, la aguja se movía hasta quedar en forma perpendicular a la dirección del cable, repitió el experimento varias veces y descubrió que la corriente eléctrica puede afectar a una brújula, con lo cual demostró que está relacionada con el magnetismo.

### Michael Faraday

En 1821, el físico y químico británico logra el trascendental descubrimiento de la inducción electromagnética o producción, en un conductor, de una corriente eléctrica por medio de un campo magnético variable engendrado por un imán móvil o una corriente eléctrica en movimiento relativo respecto a un imán o de intensidad variable.

Demostró que el fenómeno de inducción electromagnética, la carga inductora, es igual a la carga inducida negativa y positiva. El dispositivo usado para la demostración es el llamado cilindro o jaula de Faraday.

También introdujo los conceptos de inducción electromagnética y de líneas de fuerza para representar los campos magnéticos.

### Andre Marie Ampere

Físico matemático francés, es considerado como uno de los descubridores del electromagnetismo (1755-1836). Partiendo de los experimentos de Hans Christian Oersted, propuso que el magnetismo que produce la corriente en uno de los alambres genera, a su vez una fuerza, sobre el otro alambre que conduce electricidad y determinó que la fuerza entre los alambres depende de la magnitud de la corriente que circula por ellos. A mayor corriente en cada alambre mayor será la magnitud de cada fuerza. Y demostró matemáticamente cómo calcular la fuerza electromagnética entre dos conductores de electricidad que tuvieran posición y forma arbitraria, lo que se conoce como ley de Ampere y es una de las leyes fundamentales del electromagnetismo.

### James Clerk Maxwell

Físico matemático, fue alumno de Faraday. Su campo de estudio fue la relación entre el magnetismo y la luz, su aportación más importante a las ciencias fue plasmado en 1863 en su libro *Tratado sobre electricidad y magnetismo*, su mayor aporte a la ciencia fue la teoría electromagnética, la cual sigue siendo utilizada. La teoría propone que luz, magnetismo y electricidad son parte de un mismo campo, llamado campo electromagnético, en el que se mueven y propagan en ondas transversales.

# Referencias bibliográficas

Lara Barragán Gómez, A. y Núñez Trejo, H. (2006). *Física II. Un enfoque constructivista*. México: Pearson Prentice Hall.

Llamas Casoluengo, L.C. (2011). *Física 2 con enfoque en competencias*. México: Book Mart.

Pérez Montiel, H. (2003). *Física 2 para Bachillerato General*. 2a. ed. México: Publicaciones Cultural.

Gutiérrez Aranzeta, C. (2007). *Física II*. 2a. ed. México: McGraw-Hill.

Zitzewitz & NET. (2003). *Física I*. 2a. ed. México: McGraw-Hill.

Jones, E. y Childers R. (2001). *Física contemporánea*. 3a. ed. México: McGraw-Hill.

Máximo A. Y Alvarenga, B. (1998). *Física general*. 4a. ed. México: Oxford.

Wilson-Buffa. (2003). *Física*. 5a. ed. México: Pearson-Prentice Hall.

Tippens, P. E. (2007). *Física. Conceptos y aplicaciones*. 7a. ed. México: McGraw-Hill.

Hewitt, P. G. (2004). *Física conceptual*. 9a. ed. México: Addison Wesley-Longman.

## Créditos

### Bloque I

#### Página 22

Llave de agua

Tomado de: *The daily sheeple*  
Disponible en: [http://www.thedailysheeple.com/the-groundwater-footprint-over-population-threatens-water-resources\\_082012/traditional-water-faucet-tapwater](http://www.thedailysheeple.com/the-groundwater-footprint-over-population-threatens-water-resources_082012/traditional-water-faucet-tapwater)

Cubos de hielo

© Steven Depolo  
Tomado de: Flickr  
Disponible en: <https://www.flickr.com/photos/stevendepolo/3072821281/>  
CC Attribution 2.0 Generic  
<https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/>

Vapor de agua

Tomado de: Galleryhip  
Disponible en: <http://galleryhip.com/boiling-pot-of-water.html>

Nubes

Tomado de: Public Domain Pictures  
Disponible en: <http://www.publicdomainpictures.net/view-image.php?image=2797&picture=clouds-over-arizona-mountains>

Trajineras

Tomado de: Trajineras en Xochimilco  
Disponible en: <http://trajinerasexochimilco.com.mx/servicios.html>

#### Página 32

Globo

Tomado de: Saber curioso  
Disponible en: <http://www.sabercurioso.es/2009/06/15/el-faquir-y-la-cama-de-clavos/>

#### Página 33

Blaise Pascal (1623-1672)

Artista desconocido.  
© Wikimedia Commons  
Disponible en: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Libr0367.jpg>;

#### Página 36

Lezioni accademiche d'Evangelista Torricelli (1715)

© Wikimedia Commons  
Disponible en: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Libr0367.jpg>;  
Fotografía: Steve Nicklas (<http://www.photolib.noaa.gov/library/libr0367.htm>)  
User: Quibic

Evangelista Torricelli inventó el "barómetro"

Tomado de: Famous Inventors

Disponible en: <http://www.famousinventors.org/evangelista-torricelli>

#### Página 37

Barómetro

Tomado de: Nautic Expo  
Disponible en: <http://www.nauticexpo.es/prod/weems-plath/barometros-analogicos-21874-314492.html>

#### Página 43

Pascalina

© Bebbeca  
Tomada de: DevianArt  
Disponible en: <http://bebecca.deviantart.com/art/Pascalina-62135591>

#### Página 46

Continuidad

© OpenStax Rice University  
Disponible en: <http://cnx.org/contents/83d270f5-baa0-4bf9-a22a-539025b29180@4>  
Creative Commons Licence 1999-2014

#### Página 47

Mangueras

Tomado de: Woman's day  
Disponible en: <http://www.womansday.com/home/decorating-ideas/garden-hose#slide-7>  
wikimedia.org/wiki/File:Blaise\_Pascal\_Versailles.JPG  
User: Janmad

#### Página 50

Retrato de Daniel Bernoulli

Johan Jacob Haide (1704-1767)  
© Wikimedia Commons  
Disponible en: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Daniel\\_Bernoulli\\_001.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Daniel_Bernoulli_001.jpg)  
User: Materialschemist

### Bloque II

#### Página 62

Agua hirviendo

Tomado de: Community choices for water  
Disponible en: <http://communitychoicestool.org/water/solutions/8/>  
Fotografía: Traveling Mercies Int.  
[http://www.travelingmerciesintl.org/photo\\_gallery/](http://www.travelingmerciesintl.org/photo_gallery/)

Ejercicios

© Naomi Ogaldez  
Tomado de: El Nuevo Sol  
Disponible en: <http://www.elnuevosol.net/destacados/jazmyn-jasso>

#### Página 64

Lavar manos

Tomado de: Granma

Disponible en: <http://www.granma.cu/granmad/salud/consultas/i/c14.html>

#### Página 65

Termómetro

© Southern Stone Communications  
Tomado de: NWS  
Disponible en: <http://newsdaytonabeach.com/nws-near-record-heat-hits-daytona-beach-area-on-monday/>

#### Página 66

Anders Celsius

Tomado de: Wissen.de  
Disponible en: <http://www.wissen.de/unter-dem-nullpunkt>

#### Página 72

Soldar

Tomado de: Weldermex  
Disponible en: [http://weldermex.blogspot.mx/2013\\_06\\_01\\_archive.html](http://weldermex.blogspot.mx/2013_06_01_archive.html)

#### Página 76

Junta de dilatación

Tomado de: MaxFAQS  
Disponible en: <https://maxfaqs.wordpress.com/tag/circuit/>

#### Página 79

Tanque de gas

© GettyImages  
Tomado de: QuimiNet  
Disponible en: <http://www.quiminet.com/noticias/nuevo-metodo-para-separar-co2-del-gas-natural-3762253.htm>

#### Página 88

Sequía

Tomado de: ELMUNDO  
Disponible en: <http://www.elmundo.es/elmundo/hemeroteca/2013/07/03/n/ciencia.html>

Vida suero oral

Tomado de: La noticia digital  
Disponible en: [http://www.tiempo.com.mx/\\_notas/1857120](http://www.tiempo.com.mx/_notas/1857120)

### Bloque III

#### Página 98

Postes de luz

© margotorsco  
Tomado de: Imagui  
Disponible en: <http://www.imagui.com/a/imagenes-de-postes-de-luz-Trep789Ba>

Torres

© antoniovelez  
Tomado de: Objetivo Málaga  
Disponible en: <http://objetivomalaga.diarosur.es/fotos-antoniovelez/amanecer-entre-torres-electricas-768731.html>

Medidor

Tomado de: *Conexión total*  
Disponible en: <http://conexiontotal.mx/2013/10/14/concluira-subsidio-a-luz-anuncia-cfe/>

#### **Página 100**

*Ámbar*

Tomado de: *Electrónica Básica*  
Disponible en: <http://dhundelhauseni2011.blogspot.mx/2011/02/al-rededor-del-ano-600.html>

*Experimento de Benjamin Franklin*

Tomado de: *ListasCultura*  
Disponible en: <http://listas.20minutos.es/lista/cientificos-que-experimentaron-en-si-mismos-descubrimientos-sorprendentes-324064/>

#### **Página 101**

*Experimento de Oersted*

Tomado de: *Máquinas Científicas*  
Disponible en: <http://www.maquinascientificas.es/07experimento%20oersted.htm>

*Dibujo del experimento de Michael Faraday 1831*

© J. Lambert  
Tomado de: *Wikimedia Commons*  
Disponible en: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Induction\\_experiment.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Induction_experiment.png)  
Origen: Downloaded 2009-08-06 from Arthur William Poyser (1892) *Magnetism and electricity: A manual for students in advanced classes*, Longmans, Green, & Co., New York, p.285, fig.248 The drawing is signed Lambert, J.

User: Chetvorno

*Michael Faraday (1861)*

John Watkin  
© *Wikimedia Commons*  
Disponible en: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Faraday-Millikan-Gale-1913.jpg>  
Origen: Opposite p. 290 of *Millikan and Gale's Practical Physics* (1922)  
User: Astrochemist

#### **Página 105**

*Estática*

Tomado de: *Petedge.com*  
Disponible en: <http://groomwise.typepad.com/petedge/2010/11/petedge-grooming-question-of-the-week-how-can-i-avoid-static-when-i-brush.html>

#### **Página 109**

*Péndulo de torsión*

Tomado de: *El mundo de la física*  
Disponible en: <http://fisica-extrema.webnode.com.co/contactenos/>

#### **Página 113**

*Campo eléctrico*

Tomado de: *Eléctronica en casa en el sonido industrial*

Disponible en: <http://electronicaengeneral.wordpress.com/2013/05/01/campo-electrico/>  
User: jmth94

*Campo eléctrico*

Tomado de: *Campo eléctrico*  
Disponible en: <http://fisica-campoelctrico.blogspot.mx/2012/11/3.html>

#### **Página 121**

*Foco encendido*

© LaTarde/Oscar Alvizo  
Tomado de: *El Sauteño*  
Disponible en: <http://elsauteno.blogspot.mx/2012/03/alertan-sobre-focos-ahorradore.html>

### **Bloque IV**

#### **Página 140**

*Transformador*

© Richard Melo da Silva  
Tomado de: *Wikimedia Commons*  
Disponible en: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Transformador#mediaviewer/File:Transformador\\_de\\_distribui%C3%A7%C3%A3o.JPG](http://pt.wikipedia.org/wiki/Transformador#mediaviewer/File:Transformador_de_distribui%C3%A7%C3%A3o.JPG)  
CC Attribution 3.0 Unported  
<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>

*Desarmador*

Tomado de: *Rick's Daily Tips*  
Disponible en: <http://www.ricksdailytips.com/how-to-magnetize-a-screwdriver/>

*Resonancia magnética*

Tomado de: *Imágenes diagnósticas del Llano*  
Disponible en: <http://imdillano.com/site/index.php/servicios/resonancia-magn>

*Bomba de agua*

Tomado de: *MadhuriSolar*  
Disponible en: <http://www.madhurisolarpune.com/SolarWaterPump.html>

#### **Página 144**

*Brújula*

Tomado de: *Start up action map*  
Disponible en: <http://www.startupactionmap.com/2013/03/31/la-brujula-cual-es-el-norte/>

#### **Página 150**

*Hans Christian Oersted*

© *Wikimedia Commons*  
Disponible en: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:HC\\_%C3%98rsted.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:HC_%C3%98rsted.jpg)  
User: Nico-dk

#### **Página 153**

*Campo magnético de una corriente eléctrica*

Tomado de: *Explorando la*

*ingeniería electromecánica*  
Disponible en: [explorandolaingenieriaelectromecanica.wikispaces.com/Magnetismo+Electrico](http://explorandolaingenieriaelectromecanica.wikispaces.com/Magnetismo+Electrico)

#### **Página 154**

*Espira*

Tomado de: *Electromagnetismo*  
Disponible en: <http://electromagnetismofisicaii.blogspot.mx/2012/11/campo-magnetico-producido-por-una-espira.html>

#### **Página 156**

*Espira*

Tomado de: *Electromagnetismo y Magnetismo*  
Disponible en: [http://electromagnetismomagnetismo.blogspot.mx/2012\\_11\\_01\\_archive.html](http://electromagnetismomagnetismo.blogspot.mx/2012_11_01_archive.html)

















Secretaría de Educación Pública  
Subsecretaría de Educación Media Superior  
Dirección General del Bachillerato

