

# *Física 2*

## **COLEGIO DE BACHILLERES DEL ESTADO DE SONORA**

### **Director General**

Mtro. Jorge Luis Ibarra Mendivil

### **Director Académico**

Profr. Julio Alfonso Martínez Romero

### **Director de Administración y Finanzas**

C.P. Jesús Urbano Limón Tapia

### **Director de Planeación**

Mtro. Pedro Hernández Peña

## **FÍSICA 2**

Módulo de Aprendizaje.

Copyright ©, 2010 por Colegio de Bachilleres  
del Estado de Sonora

todos los derechos reservados.

Primera edición 2011. Impreso en México.

### **DIRECCIÓN ACADÉMICA**

Departamento de Desarrollo Curricular

Bld. Agustín de Vildósola, Sector Sur

Hermosillo, Sonora. México. C.P. 83280

### **COMISIÓN ELABORADORA:**

#### **Elaborador:**

Alfonso Bernardo Harita

#### **Revisión Disciplinaria:**

Luis Alfonso Yáñez Munguía

#### **Corrección de Estilo:**

Lucía Ordoñez Bravo

#### **Supervisión Académica:**

Mtra. Luz María Grijalva Díaz

Equipo Técnico RIEMS

#### **Diseño:**

Joaquín Rivas Samaniego

María Jesús Jiménez Duarte

#### **Edición:**

Francisco Peralta Varela

#### **Coordinación Técnica:**

Claudia Yolanda Lugo Peñúñuri

Diana Irene Valenzuela López

#### **Coordinación General:**

Profr. Julio Alfonso Martínez Romero

Esta publicación se terminó de imprimir durante el mes de diciembre de 2010.  
Diseñada en Dirección Académica del Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora  
Bld. Agustín de Vildósola; Sector Sur. Hermosillo, Sonora, México  
La edición consta de 10,064 ejemplares.

## **DATOS DEL ALUMNO**

Nombre: \_\_\_\_\_

Plantel: \_\_\_\_\_

Grupo: \_\_\_\_\_ Turno: \_\_\_\_\_ Teléfono: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_

Domicilio: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## **Ubicación Curricular**

**COMPONENTE:  
FORMACIÓN BÁSICA**

**HORAS SEMANALES:  
05**

**CAMPO DE CONOCIMIENTO:  
CIENCIAS NATURALES**

**CRÉDITOS:  
10**



# Índice

Presentación .....	7
Mapa de asignatura .....	8
<b>BLOQUE 1. DESCRIBE LOS FLUIDOS EN REPOSO Y MOVIMIENTO .....</b>	<b>9</b>
<i>Secuencia didáctica 1.</i> Introducción a la Hidráulica .....	10
• Hidráulica .....	11
• Características de los fluidos .....	11
<i>Secuencia didáctica 2.</i> Hidrostática .....	26
• Presión hidrostática .....	27
• Presión atmosférica .....	32
• Presión absoluta .....	33
• Principio de Pascal .....	34
• Principio de Arquímedes .....	36
<i>Secuencia didáctica 3.</i> Hidrodinámica .....	46
• Fluido ideal .....	47
• Gasto .....	48
• Flujo de masa .....	49
• Ecuación de continuidad .....	50
• Ecuación de Bernoulli .....	54
• Aplicaciones de la ecuación de Bernoulli .....	57
<b>BLOQUE 2. DISTINGUE ENTRE CALOR Y TEMPERATURA ENTRE LOS DIFERENTES CUERPOS ...</b>	<b>67</b>
<i>Secuencia didáctica 1.</i> Calor y temperatura .....	68
• Calor y temperatura .....	69
• Temperatura .....	70
• Las nociones de temperatura .....	70
• Energía térmica y calor .....	71
• Unidades de calor .....	73
• La medida de la temperatura .....	76
• Escalas termométricas .....	76
• Efectos de la temperatura .....	78
• Mecanismos de transferencia de calor .....	79
<i>Secuencia didáctica 2.</i> Dilatación térmica .....	86
• Dilatación de los sólidos .....	87
• Dilatación superficial .....	88
• Dilatación volumétrica .....	88
• Dilatación irregular del agua .....	89
<i>Secuencia didáctica 3.</i> Calor específico .....	94
• Calor específico de las sustancias .....	95
• Calor cedido y absorbido por los cuerpos .....	97
<i>Secuencia didáctica 4.</i> Leyes de la termodinámica .....	102
• Termodinámica .....	103
• Primera ley de la termodinámica .....	104
• Segunda ley de la termodinámica .....	105
• Tercera Ley de la Termodinámica y Ley Cero de la Termodinámica .....	106

# Índice (continuación)

<b>BLOQUE 3. COMPRENDE LAS LEYES DE LA ELECTRICIDAD</b> .....	<b>111</b>
<i>Secuencia didáctica 1.</i> Carga Eléctrica.....	112
• Electrostática.....	113
• Antecedentes históricos de la electricidad.....	114
• Los materiales y su conductividad eléctrica.....	116
• Ley de Coulomb.....	119
• Campo eléctrico.....	127
• Energía potencial eléctrica.....	133
• Potencial eléctrico y voltaje.....	134
<i>Secuencia didáctica 2.</i> Electrodinámica.....	142
• Fundamentos de la electrodinámica.....	143
• Intensidad de la corriente eléctrica.....	145
• Ley de Ohm.....	147
• Ley de Joule.....	149
• Circuito eléctrico.....	155
• Circuitos en Serie y en Paralelo.....	156
• Circuito de resistencias en serie.....	156
• Circuito de resistencias en paralelo.....	157
• Resistencias serie-paralelo (mixtas).....	159
<b>BLOQUE 4. RELACIONA LA ELECTRICIDAD Y EL MAGNETISMO</b> .....	<b>167</b>
<i>Secuencia didáctica 1.</i> Magnetismo y electromagnetismo.....	168
• Magnetismo y electromagnetismo.....	169
• Teoría moderna del magnetismo.....	170
• Tipos de imanes.....	171
• Características de los imanes.....	173
• Diferencia entre interacciones gravitatorias y la electromagnética.....	175
• Campo magnético.....	175
• Relación entre electricidad y magnetismo.....	176
• Fuerza y campo magnético.....	176
• Bobinas y electroimanes.....	177
<i>Secuencia didáctica 2.</i> Fuerza y campo magnético.....	182
• Fuerza de un campo magnético.....	183
• Aplicación: el motor eléctrico de corriente continua.....	184
<i>Secuencia didáctica 3.</i> Inducción electromagnética.....	191
• Inducción electromagnética.....	192
• Generadores eléctricos.....	193
• Transformador.....	197
Bibliografía.....	201

# Presentación

**“Una competencia es la integración de habilidades, conocimientos y actitudes en un contexto específico”.**

El enfoque en competencias considera que los conocimientos por sí mismos no son lo más importante, sino el uso que se hace de ellos en situaciones específicas de la vida personal, social y profesional. De este modo, las competencias requieren una base sólida de conocimientos y ciertas habilidades, los cuales se integran para un mismo propósito en un determinado contexto.

El presente Módulo de Aprendizaje de la asignatura Física 2, es una herramienta de suma importancia, que propiciará tu desarrollo como persona visionaria, competente e innovadora, características que se establecen en los objetivos de la Reforma Integral de Educación Media Superior que actualmente se está implementando a nivel nacional.

El Módulo de aprendizaje es uno de los apoyos didácticos que el Colegio de Bachilleres te ofrece con la intención de estar acorde a los nuevos tiempos, a las nuevas políticas educativas, además de lo que demandan los escenarios local, nacional e internacional; el módulo se encuentra organizado a través de bloques de aprendizaje y secuencias didácticas. Una secuencia didáctica es un conjunto de actividades, organizadas en tres momentos: Inicio, desarrollo y cierre. En el inicio desarrollarás actividades que te permitirán identificar y recuperar las experiencias, los saberes, las preconcepciones y los conocimientos que ya has adquirido a través de tu formación, mismos que te ayudarán a abordar con facilidad el tema que se presenta en el desarrollo, donde realizarás actividades que introducen nuevos conocimientos dándote la oportunidad de contextualizarlos en situaciones de la vida cotidiana, con la finalidad de que tu aprendizaje sea significativo.

Posteriormente se encuentra el momento de cierre de la secuencia didáctica, donde integrarás todos los saberes que realizaste en las actividades de inicio y desarrollo.

En todas las actividades de los tres momentos se consideran los saberes conceptuales, procedimentales y actitudinales. De acuerdo a las características y del propósito de las actividades, éstas se desarrollan de forma individual, binas o equipos.

Para el desarrollo del trabajo deberás utilizar diversos recursos, desde material bibliográfico, videos, investigación de campo, etc.

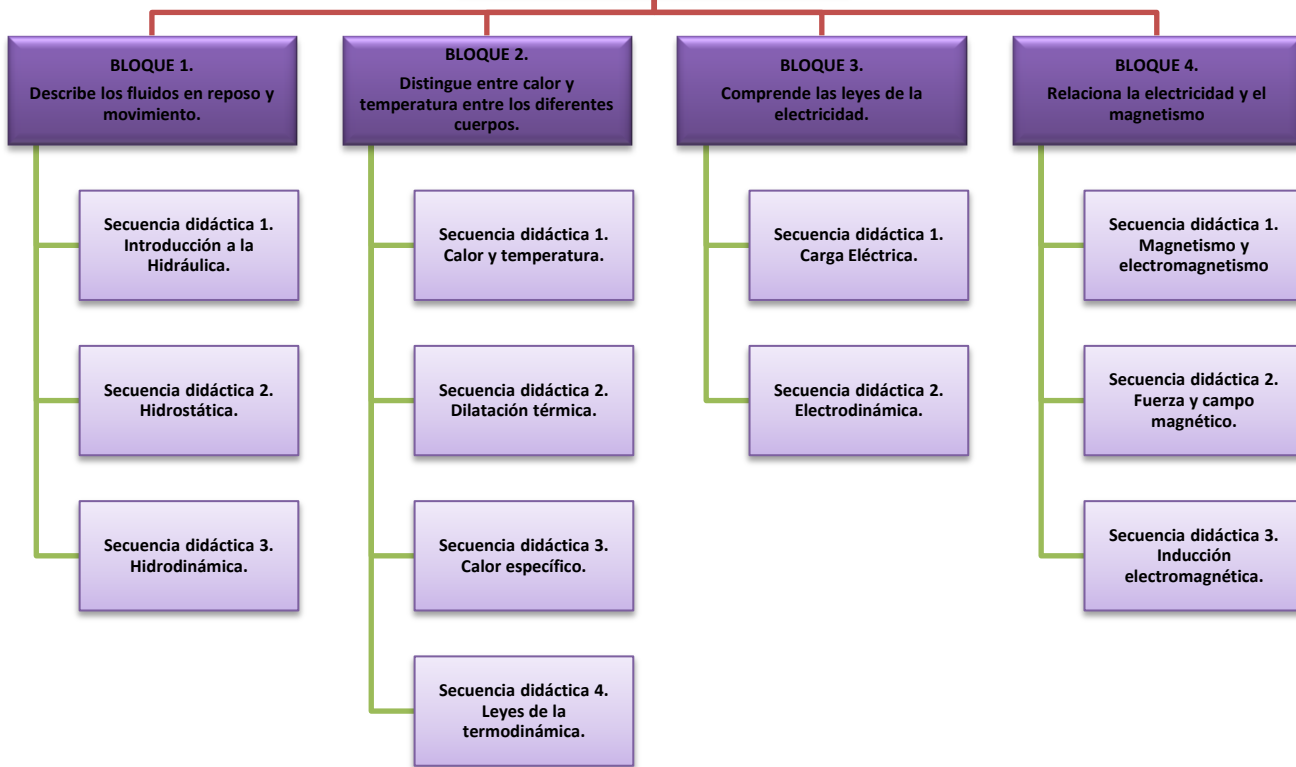
La retroalimentación de tus conocimientos es de suma importancia, de ahí que se te invita a participar de forma activa cuando el docente lo indique, de esta forma aclararás dudas o bien fortalecerás lo aprendido; además en este momento, el docente podrá tener una visión general del logro de los aprendizajes del grupo.

Recuerda que la evaluación en el enfoque en competencias es un proceso continuo, que permite recabar evidencias a través de tu trabajo, donde se tomarán en cuenta los tres saberes: el conceptual, procedimental y actitudinal con el propósito de que apoyado por tu maestro mejores el aprendizaje. Es necesario que realices la autoevaluación, este ejercicio permite que valores tu actuación y reconozcas tus posibilidades, limitaciones y cambios necesarios para mejorar tu aprendizaje.

Así también, es recomendable la coevaluación, proceso donde de manera conjunta valoran su actuación, con la finalidad de fomentar la participación, reflexión y crítica ante situaciones de sus aprendizajes, promoviendo las actitudes de responsabilidad e integración del grupo.

Nuestra sociedad necesita individuos a nivel medio superior con conocimientos, habilidades, actitudes y valores, que les permitan integrarse y desarrollarse de manera satisfactoria en el mundo laboral o en su preparación profesional. Para que contribuyas en ello, es indispensable que asumas una nueva visión y actitud en cuanto a tu rol, es decir, de ser receptor de contenidos, ahora construirás tu propio conocimiento a través de la problematización y contextualización de los mismos, situación que te permitirá: Aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a ser y aprender a vivir juntos.

# FISICA 2







## Describe los fluidos en reposo y movimiento

### Unidad de competencia:

- Analiza las características fundamentales de los fluidos en reposo y movimiento a través de las teorías, principios, teoremas o modelos matemáticos aplicándolos en situaciones cotidianas.
- Utiliza los conceptos de la hidráulica para explicar el principio de Pascal y Arquímedes en situaciones cotidianas.

### Atributos a desarrollar en el bloque:

- 4.1 Expresa ideas y conceptos mediante representaciones lingüísticas, matemáticas o gráficas.
- 5.1 Sigue instrucciones y procedimientos de manera reflexiva, comprendiendo cómo cada uno de sus pasos contribuye al alcance de un objetivo.
- 5.2 Ordena información de acuerdo a categorías, jerarquías y relaciones.
- 5.3 Identifica los sistemas y reglas o principios medulares que subyacen a una serie de fenómenos.
- 5.4 Construye hipótesis y diseña y aplica modelos para probar su validez.
- 5.6 Utiliza las tecnologías de la información y comunicación para procesar e interpretar información.
- 6.1 Elige las fuentes de información más relevantes para un propósito específico y discrimina entre ellas de acuerdo a su relevancia y confiabilidad.
- 6.3 Reconoce los propios prejuicios, modifica sus propios puntos de vista al conocer nuevas evidencias, e integra nuevos conocimientos y perspectivas al acervo con el que cuenta.
- 7.1 Define metas y da seguimiento a sus procesos de construcción de conocimientos.
- 8.1 Propone manera de solucionar un problema y desarrolla un proyecto en equipo, definiendo un curso de acción con pasos específicos.
- 8.2 Aporta puntos de vista con apertura y considera los de otras personas de manera reflexiva.
- 8.3 Asume una actitud constructiva, congruente con los conocimientos y habilidades con los que cuenta dentro de distintos equipos de trabajo.

Tiempo asignado: 20 horas



## Secuencia didáctica 1. Introducción a la Hidráulica.

### ► Inicio



#### Actividad: 1

En binas, respondan las siguientes preguntas y comenten las respuestas en forma grupal.

1. ¿Cuál es la causa por la que pueden existir las pompas (burbujas) de jabón?



2. ¿Por qué la cinta adhesiva se llama así?



3. ¿A qué se debe que las toallas puedan secarnos?



4. ¿Qué pesa más, un litro de aceite o uno de agua y por qué?



Evaluación					
Actividad:1	Producto: Cuestionario.			Puntaje:	
Saberes					
Conceptual	Procedimental			Actitudinal	
Reconoce la importancia de la hidráulica en el estudio de la Física.	Ubica la importancia de la hidráulica en el estudio de la Física.			Atiende las indicaciones del docente, para la resolución del cuestionario	
Coevaluación	C	MC	NC	Calificación otorgada por el docente	



## ► Desarrollo

### Hidráulica.

La hidráulica es una rama de la Física y la ingeniería que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas de los fluidos.

Aunque los gases son estudiados por la neumática, muchos de los fenómenos y propiedades que presentan los líquidos, se presentan también aplicables a los gases.

En virtud de que los fluidos pueden estar en reposo o en movimiento, la hidráulica puede dividirse en Hidrostática y en Hidrodinámica.

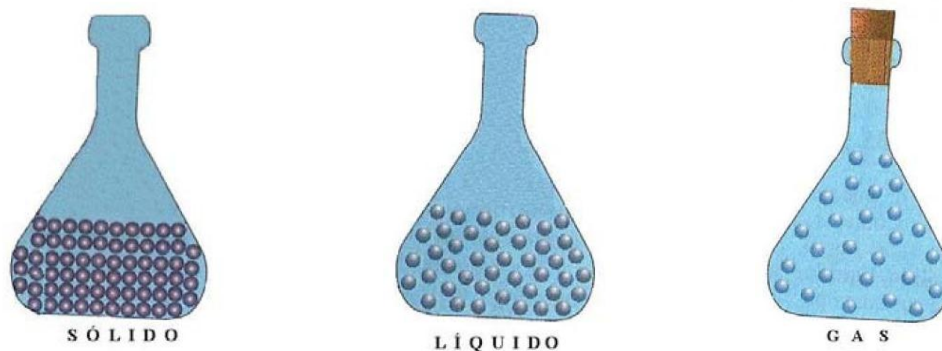
### Características de los fluidos.

Gran parte de los fenómenos que ocurren a nuestro alrededor tienen estrecha relación con un líquido o con un gas. Cuando centramos nuestra atención en el recipiente que se utiliza para almacenar gas, pensamos que éste está almacenado a presión dentro de él. De la misma forma, a un día lluvioso siempre lo precede una baja en la presión atmosférica. Por otro lado, es también común observar cómo en la cortina de las presas se utiliza un diseño especial para soportar la gran fuerza ejercida por el agua.

Estos fenómenos ocurren en base a ciertas características específicas que tienen los líquidos y los gases y que dan lugar a las condiciones antes citadas.

En el transcurso del estudio de la Física nos hemos familiarizado con la existencia de tres estados fundamentales de la materia con características y propiedades específicas: **sólido**, **líquido** y **gaseoso**.

Básicamente lo que distingue a estas tres fases de la materia es la fuerza con que interactúan sus átomos y moléculas (lo cual determina la forma en la que estarán distribuidos) y el movimiento que presentan dichos átomos.



En los sólidos, sus átomos y moléculas experimentan intensas fuerzas de atracción, que provocan que se encuentren agrupadas a poca distancia entre sí y con un movimiento vibratorio de poca amplitud. Esto hace que los sólidos tengan forma y volumen bien definidos y que opongan gran resistencia a las fuerzas que tienden a cambiar su forma y volumen.

En los líquidos las moléculas experimentan menor fuerza de atracción que en los sólidos, por lo que la separación entre ellas y su movilidad es poco mayor que en los sólidos. Los líquidos se resisten poco a las fuerzas que tienden a cambiarlos de forma. Esto provoca que las capas superiores puedan fluir sobre las capas inferiores. En consecuencia, los líquidos tienen un volumen definido, pero adoptan la forma del recipiente que los contiene.



En los gases las moléculas experimentan muy poca fuerza de atracción, provocando que sus moléculas estén muy apartadas y que se muevan y fluyan con entera libertad alejándose todo lo que el recipiente le permita. Por eso los gases no tienen forma ni volumen definidos.

Otra clasificación agrupa a gases y líquidos en la categoría de **fluidos**, precisamente porque tienen la importante característica de poder conducirse mediante tuberías. Esto les confiere características mecánicas especiales entre las cuales están **tensión superficial, capilaridad y densidad**.

Estas propiedades se definen en base a las interacciones que tienen lugar entre las moléculas de un elemento y se manifiestan en forma de **fuerzas de cohesión y fuerzas de adhesión**.

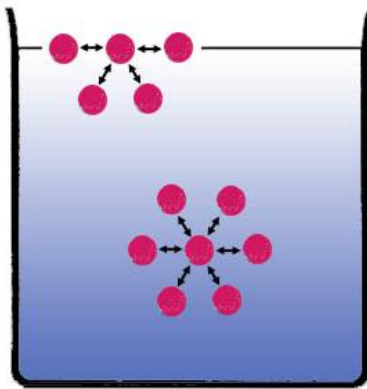
*Fuerzas de cohesión son aquellas que existen entre las moléculas de un mismo elemento.*

*Fuerzas de adhesión son las que ocurren entre moléculas de distinto tipo.*



Si viertes agua sobre una superficie plana encerada, habrás notado que no alcanza a mojarla, debido a la intensa fuerza de cohesión entre sus moléculas; en cambio, el agua colocada sobre vidrio, moja la superficie por adhesión de sus moléculas, aunque también, algunas de ellas se mantienen unidas, por lo que podemos concluir que también existen fuerzas de cohesión aunque menos intensas.

Si observamos con atención una gota de rocío, por ejemplo sobre una hoja de una planta, notaremos que es esférica. Esto se debe a una propiedad de las superficies de los líquidos llamada **tensión superficial**.

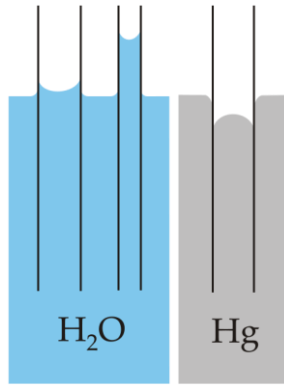


A nivel microscópico, la tensión superficial se debe a que las fuerzas que afectan a cada molécula son diferentes en el interior del líquido y en la superficie. Así, en el interior de un líquido, cada molécula está sometida a fuerzas de atracción que en promedio se anulan. Esto permite que la molécula tenga una energía bastante baja. Sin embargo, en la superficie hay una fuerza neta hacia el interior del líquido. Rigurosamente, si en el exterior del líquido se tiene un gas, existirá una mínima fuerza atractiva hacia el exterior, aunque en la realidad esta fuerza es insignificante debido a la gran diferencia de densidades entre el líquido y el gas.



Objetos pequeños y relativamente ligeros, como ciertos insectos, pueden flotar en el agua, debido a la tensión superficial.

La **capilaridad** es una propiedad de los líquidos que depende de su tensión superficial (la cual a su vez, depende de la cohesión o fuerza intermolecular del líquido), y le confiere la capacidad de subir o bajar por un tubo capilar de radio determinado. Un tubo capilar es un tubo muy angosto (puede ser de vidrio, plástico, etc.). Su nombre se origina por la similitud con el espesor del cabello.



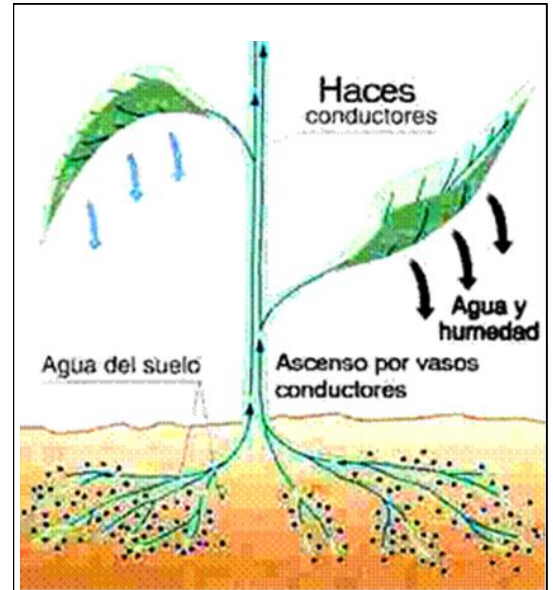
Cuando un líquido sube por un tubo capilar, es debido a que la cohesión entre sus moléculas es menor a la adhesión del líquido con el material del tubo (es decir, es un líquido que moja). El líquido sigue subiendo hasta que la tensión superficial es equilibrada por el peso del líquido que llena el tubo.

Sin embargo, cuando la cohesión entre las moléculas de un líquido es más potente que la adhesión al capilar (como el caso del mercurio), la tensión superficial hace que el líquido descienda a un nivel inferior, y su superficie es convexa.

Las plantas consiguen el agua y los nutrientes del suelo por medio de las raíces, que llevan este material (savia bruta) a través del tallo hasta las hojas; allí realizan la fotosíntesis gracias a la clorofila y la luz solar y distribuyen los azúcares y aminoácidos obtenidos (savia elaborada) por toda la planta.

Una propiedad fundamental en todos los objetos y que se refiere a la cantidad de materia existente en él es la **masa**; de esta forma, para poder hacer análisis comparativos entre masas de sustancias diferentes respecto a su ligereza, necesitamos auxiliarnos de un parámetro adicional que se refiere al espacio que ocupa un cuerpo: **el volumen**.

La densidad se refiere a la relación que existe entre la masa que tiene un cuerpo y el volumen que ocupa. Se representa con la letra griega  $\rho$  ("rho").



Una vez que el agua se introduce por capilaridad en las raíces, penetra en un sistema de células interconectadas que forman el tejido de la planta y que se extienden desde las mismas raíces hasta las hojas a través del tronco o tallo y de las ramas.

<p><i>Densidad es el cociente que resulta al dividir la masa de un objeto, elemento o sustancia entre el volumen que ocupa.</i></p>	$\rho = \frac{m}{v}$
---	----------------------

Las unidades con las que se mide la densidad resultan al dividir unidades fundamentales de masa entre unidades de volumen; si la masa se mide en kilogramos y el volumen en metros cúbicos, las unidades correspondientes en el sistema internacional serán el kilogramo sobre metro cúbico ( $\text{kg/m}^3$ ). En el sistema CGS las unidades son  $\text{g/cm}^3$ . Otras unidades podrían ser:  $\text{kg/litro}$ ,  $\text{g/ml}$ ,  $\text{lb/gal}$ , etc.

Un ejemplo que nos permite entender el concepto de densidad sería el siguiente: Si disponemos de un recipiente cuyo volumen corresponde a un metro cúbico (puede ser un cubo de un metro por cada lado) y lo llenamos con gasolina, podemos medir su masa y encontraremos que corresponde a 680 kilogramos. Sin embargo, si ese mismo recipiente lo llenamos con alcohol, observaremos que su masa es de 790 kilogramos. Lo anterior nos hace suponer que a iguales volúmenes de sustancias distintas, les corresponde distinta masa. La densidad en el alcohol es mayor que en la gasolina como lo indica la tabla de densidades.



$1 \text{ m}^3$  (1000 litros de gasolina)



$1 \text{ m}^3$  (1000 litros de alcohol)

## Densidades de algunas sustancias comunes

SUSTANCIA	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )
<b>SÓLIDOS</b>		
Aluminio	2.7	2700
Latón	8.7	8700
Cobre	8.89	8890
Vidrio	2.6	2600
Oro	19.3	19300
Hielo	0.92	920
Hierro	7.85	7850
Plomo	11.3	11300
Roble	0.81	810
Plata	10.5	10500
Acero	7.8	7800
Osmio	22.5	22500
Platino	21.37	21370
<b>LÍQUIDOS</b>		
Alcohol	0.79	790
Benceno	0.88	880
Gasolina	0.68	680
Mercurio	13.6	13600
Agua	1	1000
Glicerina	0.126	126
Agua de mar	1.024	1024
<b>GASES (A 0° C)</b>		
Aire	0.00129	1.29
Hidrógeno	0.00009	0.09
Helio	0.000178	0.178
Nitrógeno	0.00125	1.25
Oxígeno	0.00143	1.43

## Ejemplo:

¿Qué volumen deberá tener un recipiente para introducir en él 150 Kg de mercurio?

SOLUCIÓN:

Datos:  $m = 150 \text{ Kg}$ ,  $\rho = 13,600 \text{ Kg/m}^3$

De la ecuación de densidad  $\rho = \frac{m}{V}$  despejamos el volumen  $V = \frac{m}{\rho}$  y sustituimos datos:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{150 \text{ kg}}{13,600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0.011 \text{ m}^3 = 11 \text{ litros}$$



Ejemplo:

Si un tanque de 250 litros se llena totalmente de gasolina, ¿cuántos kilogramos de gasolina caben en él?

SOLUCIÓN:

Datos:  $V = 250 \text{ litros} = 0.250 \text{ m}^3$ ,  $\rho = 680 \text{ kg/m}^3$

De la ecuación de densidad  $\rho = \frac{m}{V}$  despejamos la masa  $m = \rho V$  y sustituimos datos:

$$m = \rho V = \left(680 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) (0.250 \text{ m}^3) = 170 \text{ kg}$$

Ejemplo:

El osmio es el metal más pesado en la Tierra, ¿cuántos kilogramos de este metal caben en un recipiente cúbico de 30 cm de lado?

SOLUCIÓN:

Datos:  $V = (0.3 \text{ m})^3 = 0.027 \text{ m}^3$ ,  $\rho = 22,500 \text{ Kg/m}^3$

Despejamos la masa, como en el ejemplo anterior y sustituimos:

$$m = \rho V = \left(22,500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) (0.027 \text{ m}^3) = 607.5 \text{ kg}$$

La densidad está relacionada con el grado de acumulación de materia (un cuerpo compacto es, por lo general, más denso que otro más disperso), pero también lo está con el peso. Así, un cuerpo pequeño que es mucho más pesado que otro más grande es también mucho más denso. Esto es debido a la relación  $P = mg$  existente entre masa y peso. No obstante, para referirse al peso por unidad de volumen la física ha introducido el concepto de **peso específico "Pe"**.

Se calcula dividiendo el peso de un cuerpo o porción de materia entre el volumen que éste ocupa. En el Sistema Internacional de Unidades, se mide en newton por metro cúbico ( $\text{N/m}^3$ ).

$$Pe = \frac{W}{V} = \frac{mg}{V} = \rho g$$

Donde  $Pe$  = peso específico,  $W$  = peso,  $V$  = volumen,  $m$  = masa,  $g$  = aceleración de la gravedad.

El peso específico representa la fuerza con que la Tierra atrae a un volumen unitario de la misma sustancia considerada.

Ejemplo:

¿Cuál es el peso específico del aluminio?

SOLUCIÓN:

La densidad del aluminio es  $2,700 \text{ kg/m}^3$ , por lo tanto, su peso específico será:

$$Pe = \rho g = (2700 \text{ kg/m}^3) (9.8 \text{ m/s}^2) = 26,460 \text{ N/m}^3$$



### Actividad: 2

En equipos de cinco personas, realicen la siguiente actividad y comenten sus respuestas en forma grupal.

1. En ocasiones se habla de otros estados de agregación de la materia, además del sólido, líquido y gas. Investiguen y cita dos de estos estados.
2. A pesar de sus diferencias, los líquidos y los sólidos también tienen características comunes: citen dos de estas semejanzas.
3. A pesar de sus semejanzas los líquidos y los gases también tienen diferencias entre sí: citen dos diferencias entre ellos.
4. ¿Cuántos kilogramos de gasolina hay en un tanque de  $46 \text{ m}^3$ , si la densidad de la gasolina es de  $0.68 \text{ g/cm}^3$ ?



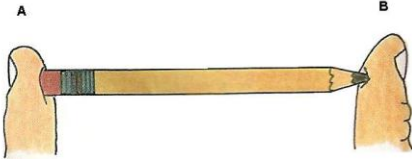






## Presión.

Cuando se ejerce una fuerza sobre un cuerpo deformable, los efectos que provoca dependen no sólo de su intensidad, sino también de cómo esté repartida sobre la superficie del cuerpo. Así, un golpe de martillo sobre un clavo bien afilado hace que penetre más en la pared de lo que lo haría otro clavo sin punta que recibiera el mismo impacto.



Si te picas un dedo con la punta de tu lápiz, no sientes el mismo dolor que cuando lo haces con el extremo donde está el borrador, sobre todo si al lápiz le acabas de sacar punta.



La presión representa la intensidad de la fuerza que se ejerce sobre cada unidad de área de la superficie considerada. Cuanto mayor sea la fuerza que actúa sobre una superficie dada, mayor será la presión, y cuanto menor sea la superficie para una fuerza dada, mayor será entonces la presión resultante.

Matemáticamente, la presión está dada por la siguiente ecuación:

$$p = \frac{F}{A}$$

En donde A representa el área sobre la que se aplica una fuerza perpendicular F.

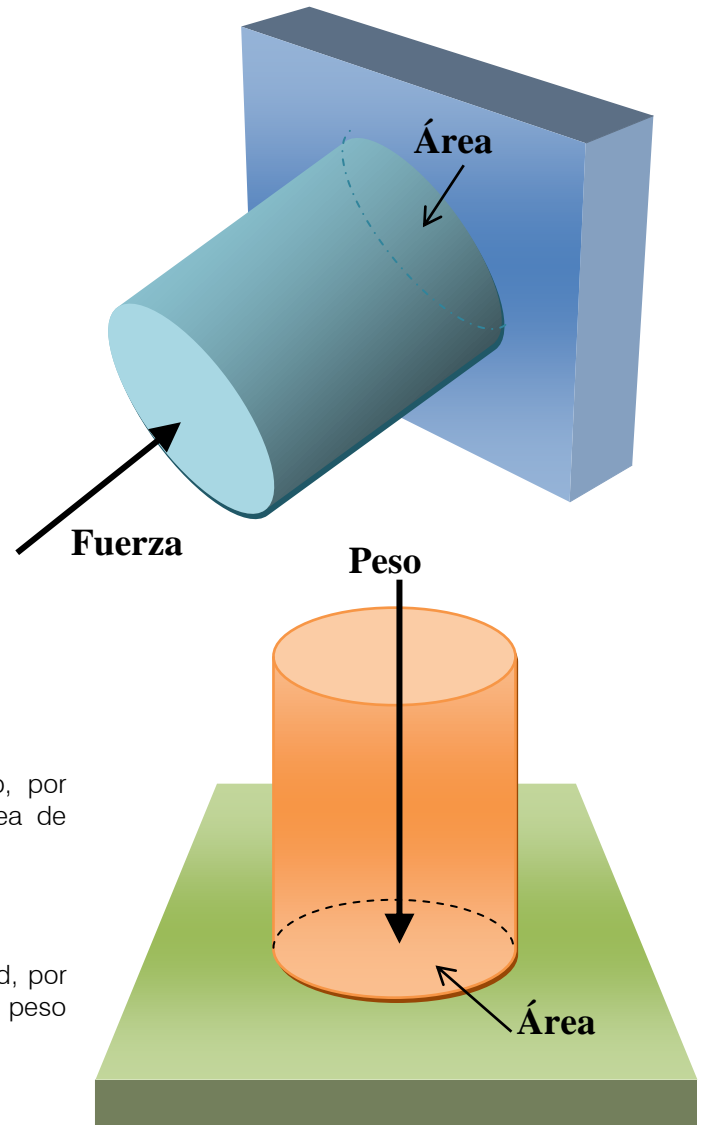
Las unidades que se utilizan para medir la presión, resultan al dividir cualquier unidad de fuerza entre cualquier unidad de área. En el Sistema Internacional se tiene al  $\text{N/m}^2$  que recibe el nombre de **pascal** (Pa), siendo una medida más adecuada el **kilopascal** el cual tiene las siguientes equivalencias:

$$1 \text{ KPa} = 1000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 0.145 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2}$$

La presión puede ser aplicada por un sólido sobre un sólido, por ejemplo, si empujas con una fuerza de 100 Newtons, y el área de contacto es de  $\frac{1}{2} \text{ m}^2$ , entonces la presión será:


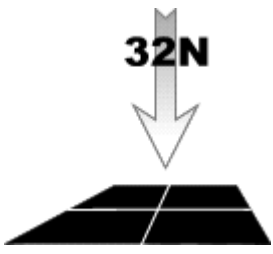
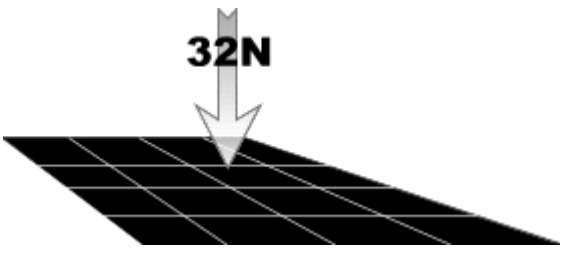
$$P = 100 \text{ N} / 0.5 \text{ m}^2 = 200 \text{ Pa}$$

La presión también puede ser causada por la fuerza de gravedad, por ejemplo cuando un objeto reposa sobre el piso, la presión será el peso del objeto, dividido sobre el área de contacto,  $P = W/A$






Considera los siguientes tres casos,

	Caso I	Caso II	Caso III
El PESO (fuerza) sobre la superficie.	32 N	32N	32 N
Dibujo			
El ÁREA sobre la cual se distribuye la fuerza.	1m <sup>2</sup>	4m <sup>2</sup>	16m <sup>2</sup>
La PRESIÓN calculada.	32Pa	8Pa	2Pa


Para un objeto que reposa sobre una superficie, la fuerza que presiona la superficie es el peso del objeto, pero en diferentes orientaciones, podría tener una diferente área de contacto con la superficie y por lo tanto ejercería una presión diferente.

$$\text{Presión} = \frac{\text{Fuerza}}{\text{Área}} = \frac{F}{A}$$

**Peso**  
100 N



A = 0.1 m<sup>2</sup>  
P = 1000 Pa



A = 0.01 m<sup>2</sup>  
P = 10,000 Pa

**La misma fuerza  
diferente área  
diferente presión**

Ejemplo:

Calcula la presión que ejerce un ladrillo de 4 Kg y cuyos lados miden 30 cm, 15 cm y 6 cm, en los siguientes casos:

- Cuando está apoyado por su cara de mayor área.
- Cuando está apoyado por su cara de menor área.

Dar los resultados en  $\text{N/cm}^2$  y en Pa

DATOS:

$$F = W = m g = 39.2 \text{ N}, A_1 = 450 \text{ cm}^2 = 0.045 \text{ m}^2 \text{ (área mayor)}, A_2 = 90 \text{ cm}^2 = 0.009 \text{ m}^2 \text{ (área menor)}$$

SOLUCIÓN:

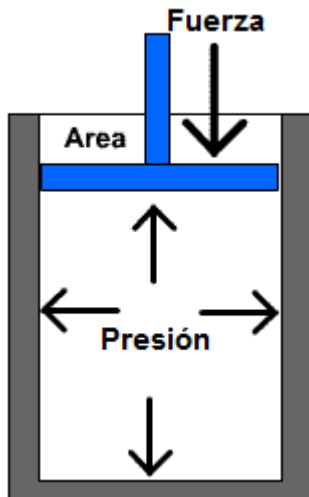
$$\text{La presión en el área mayor en } \text{N/cm}^2: P = \frac{F}{A_1} = \frac{39.2 \text{ N}}{450 \text{ cm}^2} = 0.0871 \text{ N/cm}^2$$

$$\text{La presión en el área mayor en } \text{N/m}^2: P = \frac{F}{A_1} = \frac{39.2 \text{ N}}{0.045 \text{ m}^2} = 871.1 \text{ Pa}$$

La presión en el área menor en  $\text{N/cm}^2$  y en  $\text{N/m}^2$ :

$$P = \frac{F}{A_2} = \frac{39.2 \text{ N}}{90 \text{ cm}^2} = \frac{39.2 \text{ N}}{0.009 \text{ m}^2} = 0.4355 \text{ N/cm}^2 = 4355.56 \text{ N/m}^2 = 4355.56 \text{ Pa}$$

Si un recipiente contiene un líquido, el peso de dicho líquido ejerce presión sobre el fondo del recipiente y se calcularía de la misma manera que para los sólidos:  $P = W/A$ . La única diferencia es que en los líquidos, la presión se ejerce en todas direcciones, es decir, la presión en el fondo y a los lados del fondo sería la misma.



Podemos tener un fluido (líquido o gas) confinado en un recipiente o cilindro y se puede incrementar o disminuir la presión, mediante el movimiento de un émbolo o pistón (como en las bombas manuales para inflar llantas).

En este caso, la presión se calcula dividiendo la fuerza ejercida entre el área del émbolo. La presión se transmite por igual en todas direcciones.

La Ley de Pascal, enunciada sencillamente, dice: la presión aplicada a un fluido confinado se transmite íntegramente en todas las direcciones y ejerce fuerzas iguales sobre áreas iguales, actuando estas fuerzas normalmente en las paredes del recipiente. Esto explica por qué una botella llena de agua se rompe si introducimos un tapón en el interior ya completamente lleno. El líquido es prácticamente incompresible y transmite la fuerza aplicada al tapón a todo el recipiente.

La **compresibilidad** es una propiedad de la materia a la cual se debe que todos los cuerpos disminuyan de volumen al someterlos a una presión o compresión determinada manteniendo constantes otros parámetros.

Los sólidos a nivel molecular son muy difíciles de comprimir, ya que las moléculas que tienen los sólidos están muy cercanas entre sí y existe poco espacio libre entre ellas como para acercarlas sin que aparezcan fuerzas de repulsión fuertes. Esta situación contrasta con la de los gases los cuales tienen sus moléculas separadas y que en general son altamente compresibles bajo condiciones de presión y temperatura normales. Los líquidos bajo condiciones de temperatura y presión normales son también bastante difíciles de comprimir aunque presentan una pequeña compresibilidad mayor que la de los sólidos.

Ejemplo:

Una pieza de metal se golpea con un martillo para moldearla. Si el martillo se proyecta sobre la pieza con una fuerza de 70 N y el diámetro sobre el cual se impacta es de 2 pulgadas, ¿cuánta presión se ejercerá con cada golpe?



Se tienen los siguientes datos:

Fuerza aplicada = 70 N

Diámetro sobre el cual se aplica la fuerza = 2 pulgadas = 5.08 cm

Para aplicar la fórmula de presión, es necesario encontrar el área sobre la cual se aplica la fuerza:

$$\text{Área} = \pi r^2 = \pi(2.54\text{cm})^2$$

$$\text{Área} = 20.26\text{cm}^2$$

Para obtener unidades conocidas de presión, es necesario expresar el área en metros cuadrados:

$$40.54\text{cm}^2 \left( \frac{1\text{m}^2}{10000\text{cm}^2} \right) = 0.002026\text{m}^2 = 02.02 \times 10^{-3} \text{m}^2$$

$$p = \frac{F}{A}; \quad p = \frac{70\text{N}}{.002026\text{m}^2}$$

$$p = 34550 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \text{ Calculando la presión:}$$

$$p = 34.55 \text{ KPa}$$

### Actividad: 3



**En equipos de cinco, resuelvan los siguientes problemas:**

1. Cuando a un cuerpo sólido se le aplica una fuerza de 50,000 N, experimenta una presión de 5N/cm<sup>2</sup>.  
Calculen el área en m<sup>2</sup> sobre la cual se aplica dicha fuerza.
2. ¿Qué masa tiene un cuerpo que ejerce una presión de 400 Pa sobre una superficie de 7.35 m<sup>2</sup>?





### Actividad: 3 (continuación)

3. Dos personas que pesan igual caminan sobre la nieve. Si una lleva zapatos del número 7 y la otra del 8, ¿cuál de ellas dejará huellas más profundas en la nieve? Razonen la respuesta.
  
4. Calculen la presión que ejerce sobre el piso una mujer de 60 Kg en los siguientes casos:
  - a) Cuando está de pie en zapatos planos que abarcan un área de  $400 \text{ cm}^2$
  
  - b) Cuando está de pie en zapatillas donde el área de apoyo es de  $100 \text{ cm}^2$
  
  - c) Al sentarse, en el que por un instante todo su peso se apoya en las puntillas de las zapatillas cuya área es de  $2 \text{ cm}^2$ .

Evaluación					
Actividad: 3	Producto: Ejercicio.			Puntaje:	
Saberes					
Conceptual	Procedimental			Actitudinal	
Reconoce el concepto físico de presión.	Aplica en la práctica el concepto físico de presión.			Con iniciativa y responsabilidad realiza el ejercicio práctico en equipo.	
Coevaluación	C	MC	NC	Calificación otorgada por el docente	



## ■ Cierre

## Actividad: 4



En forma individual, selecciona la respuesta correcta a cada pregunta:

- Los líquidos y los gases tienen la propiedad común de:
  - Evaporarse fácilmente.
  - Fluir con facilidad
  - Tener bajos puntos de ebullición.
  - Sus moléculas están muy separadas.
- Cuando un pegamento se aplica sobre una superficie polvosa o con grasa, no funciona. Esto se debe a que:
  - El pegamento es de poca calidad.
  - La grasa y el polvo aumentan la adhesión del pegamento.
  - La grasa y el polvo eliminan la adhesión del pegamento.
  - La grasa y el polvo aumentan la cohesión del pegamento.
- Cuando llenamos un vaso con algún líquido, este recipiente puede llenarse incluso por encima de sus bordes. Esto es debido a que en la superficie externa de los líquidos se presenta:
  - La capilaridad.
  - Mucha presión interna.
  - Una dilatación de su volumen.
  - Tensión superficial.
- Una toalla elimina el agua de nuestro cuerpo debido a la propiedad de los líquidos llamada:
  - Capilaridad.
  - Tensión superficial.
  - Cohesión.
  - Presión hidrostática.
- Todas las siguientes son unidades de densidad excepto:
  - $\text{kg/cm}^3$
  - $\text{g/m}^3$
  - onza/pie<sup>3</sup>
  - litro/m<sup>3</sup>



**Actividad: 4 (continuación)**

**En forma individual, resuelve los siguientes problemas:**

1. Júpiter tiene un radio  $R = 7.14 \times 10^4 \text{ Km}$  y la aceleración debida a la gravedad en su superficie es  $g_J = 22.9 \text{ m/s}^2$ . Usa estos datos para calcular la densidad promedio de Júpiter. (Nota: hay que utilizar la Ley de Gravitación Universal y la fórmula del volumen de una esfera)
2. ¿Cuál será la presión que ejercerá una vaca sobre el suelo si la superficie de cada una de sus patas es aproximadamente de  $50 \text{ cm}^2$  y su masa es de  $600 \text{ kg}$ ?
3. Las cuatro llantas de un automóvil se inflan a una presión de  $2 \times 10^5 \text{ Pa}$ . Cada llanta tiene un área de  $0.024 \text{ m}^2$  en contacto con el piso. Determina la masa del automóvil.
4. Un chico de  $65 \text{ kg}$  de masa usa unos zapatos que tienen una superficie de  $250 \text{ cm}^2$  cada uno. Una chica de  $50 \text{ kg}$  los usa de una superficie de  $175 \text{ cm}^2$ . ¿Cuál de los dos hace más presión sobre el suelo? El que hace más presión pretende disminuirla y para eso se pone de puntillas. Razona si hace bien o mal.







**Actividad: 4 (continuación)**



5. ¿Qué presión se ejerce sobre cada una de las cuatro patas de una mesa si su masa es de 20 kg y tiene encima 10 kg de cosas? (Dato: la superficie de apoyo de cada pata es de 20 cm<sup>2</sup>)
  
6. Un cubo de metal de 20 metros de arista y densidad 8000 Kg/m<sup>3</sup>, ¿qué presión ejerce sobre una de sus caras?
  
7. Un hombre de peso 700 N está de pie sobre una superficie cuadrada de 2 metros de lado. Si se carga al hombro un saco de 50kg, ¿cuánto debe medir la superficie de apoyo para que la presión sea la misma?
  
8. Las dimensiones de un ladrillo son 15x10x3 cm y su densidad 2040 Kg/m<sup>3</sup>. Halla la presión ejercida por cada cara.



Evaluación					
Actividad: 4	Producto: Ejercicio.			Puntaje:	
Saberes					
Conceptual	Procedimental			Actitudinal	
Reconoce las características principales de los fluidos, así como el concepto físico de presión.	Aplica en la práctica las características principales de los fluidos, así como el concepto físico de presión.			Muestra interés en la realización del ejercicio.	
Autoevaluación	C	MC	NC	Calificación otorgada por el docente	

## Secuencia didáctica 2. Hidrostática.

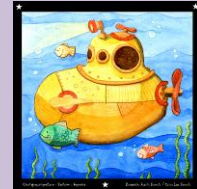
### ► Inicio



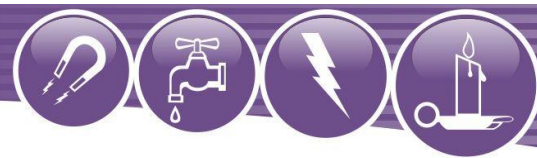
#### Actividad: 1

En binas, respondan las siguientes preguntas y comenten las respuestas en forma grupal.

- ¿Qué es la presión atmosférica y por qué tiene que ver con la posibilidad de lluvias?
- ¿Por qué si un submarino se sumerge demasiado, puede destruirse?
- Si todos los cuerpos caen a la Tierra, ¿por qué los globos llenos de helio se elevan?
- ¿Por qué un globo aerostático también flota, aunque no esté lleno de helio?
- El acero se hunde en el agua, entonces ¿por qué flotan los barcos, si están hechos de acero?



Evaluación				
Actividad: 1	Producto: Cuestionario.			Puntaje:
Saberes				
Conceptual	Procedimental			Actitudinal
Identifica los conceptos básicos de la Hidrostática.	Analiza la utilidad y conceptos básicos de la Hidrostática.			Es responsable y atento al responder el cuestionario en binas.
Coevaluación	C	MC	NC	Calificación otorgada por el docente



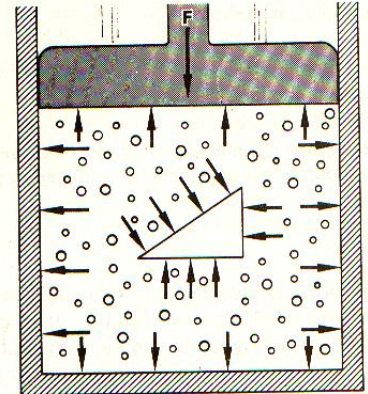
## ► Desarrollo

### Presión hidrostática.

Los sólidos son cuerpos rígidos que pueden soportar fuerzas de gran magnitud, de tal forma que es poco probable que en ellos se aprecien cambios significativos en su estructura. Por su parte, líquidos y gases sólo soportarán la aplicación de una fuerza cuando están confinados en un recipiente cerrado, lo cual tiene como consecuencia que se deformen elásticamente; de lo contrario, fluirán.

En los líquidos podemos aplicar fuerzas perpendiculares a su superficie, puesto que son prácticamente incompresibles, pero cualquier fuerza paralela a su superficie hará que el líquido fluya si no está confinado a un recipiente. Esta es la razón por la cual, si tenemos un líquido en un recipiente, la superficie libre es siempre horizontal y por eso adopta la forma del recipiente que lo contiene.

Los gases no soportan ni fuerzas perpendiculares, ni fuerzas paralelas a su superficie. Las primeras hacen que los gases se compriman y las segundas hacen que fluyan, como en el caso de los líquidos.



Un fluido contenido en un recipiente, ejerce fuerzas perpendiculares en cada punto de las paredes de dicho recipiente.

Toda fuerza ejercida por un fluido en reposo, o sobre él, debe ser perpendicular a la superficie sobre la que actúa, de lo contrario el líquido fluiría, de ahí la importancia del concepto de presión en los fluidos.

El concepto de presión en los fluidos da lugar a la siguiente característica:

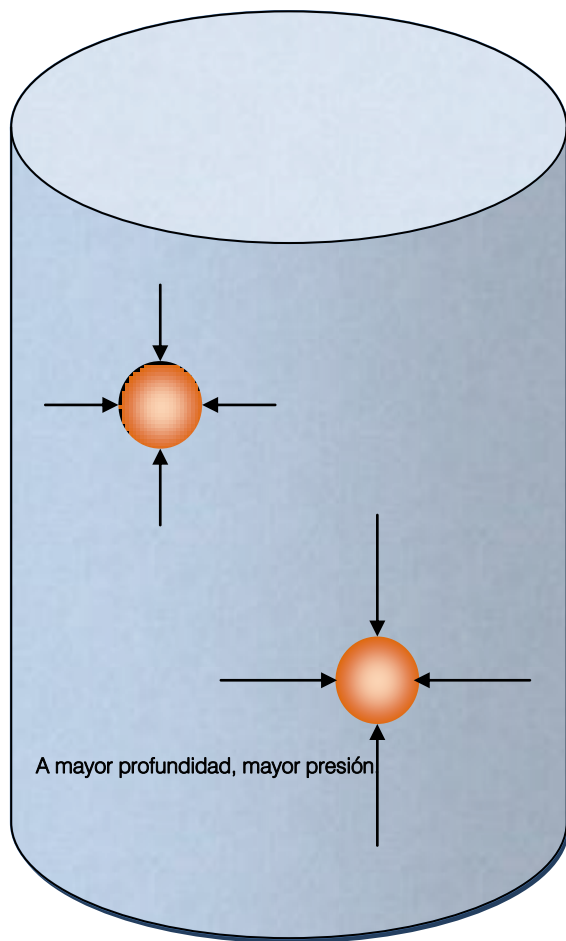
La presión que ejercen los fluidos cuando están contenidos en un recipiente es mayor en un punto que se encuentre a mayor profundidad que otro; así, un punto en el fondo del recipiente estará sometido a una mayor presión que un punto en la superficie del mismo debido al peso del fluido que hay encima.

Esta presión, llamada **presión hidrostática**, puede obtenerse así:

Supongamos un recipiente de base rectangular, relleno con cualquier líquido. El fondo del recipiente recibirá una presión debida al peso del líquido. El volumen del líquido es el área de la base por la altura,  $V = ah$ . De la densidad del líquido  $\rho = m/V$ , despejamos la masa:  $m = \rho V$ . Con estos datos podemos calcular la presión:

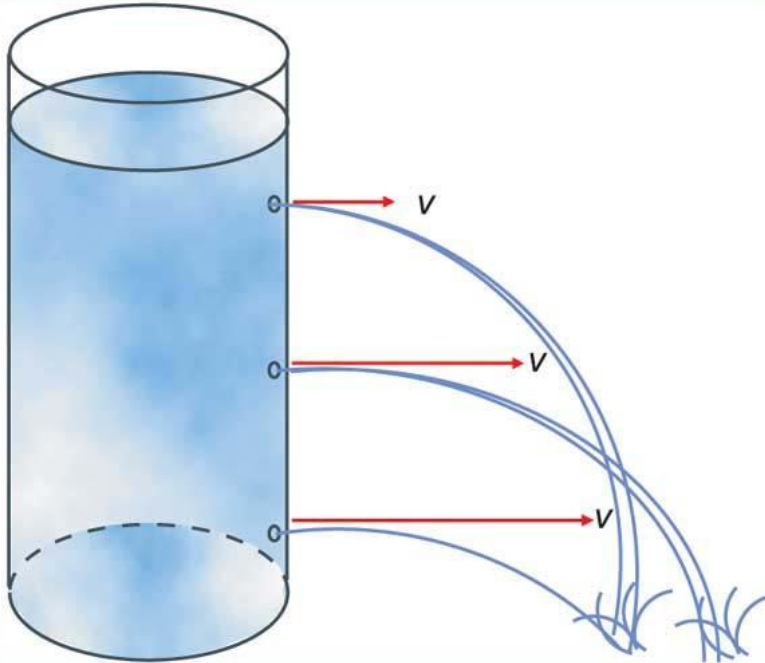
$$P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{(\rho V)g}{A} = \frac{\rho(Ah)g}{A} = \rho gh$$

La presión que ejerce un fluido en cualquier punto es directamente proporcional a la densidad del fluido y a la profundidad a que se encuentre dicho punto en relación a la superficie.



PRESIÓN HIDROSTÁTICA:  $P = \rho gh$

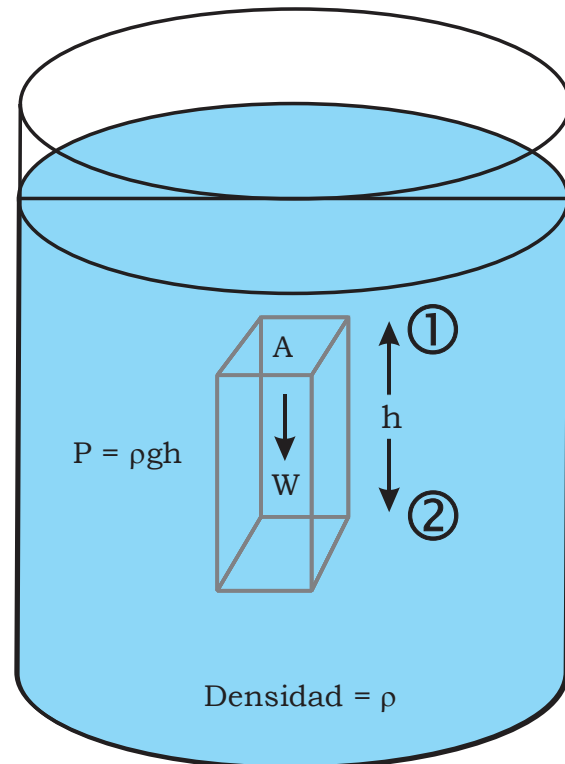
Donde:  $P$  = presión hidrostática,  $\rho$  = densidad del líquido,  $g$  = aceleración de la gravedad y  $h$  = la profundidad.



Debido a que la presión hidrostática es mayor, a mayor profundidad, la velocidad con la que sale un líquido es mayor entre más profundo sea el orificio de salida, como se puede observar en la figura de la izquierda. Si el orificio está cerca del fondo del recipiente, el chorro no puede llegar muy lejos.

Se puede generalizar esta expresión para dos puntos cualesquiera en el interior de un fluido, separados entre sí por una altura  $h$ . La presión hidrostática en un punto 2 de la cara inferior de un prisma imaginario (ver figura de la derecha) se obtiene sumando la presión en un punto 1 de la cara superior en  $A$  y la presión hidrostática debida al peso del agua que está entre dichos puntos ( $\rho gh$ ), es decir:

$$P_2 = P_1 + \rho gh$$



A esta expresión se le conoce como la **Ecuación Fundamental de la Hidrostática**.

### Ejemplo:

Un nadador se encuentra en una alberca a una profundidad de 3 metros. ¿Cuánto vale la presión hidrostática que experimenta?

DATOS:  $h = 3 \text{ m}$ ,  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ ,  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

Sustituyendo en la expresión para la presión hidrostática:

$$P = \rho gh = \left( 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) (9.8 \text{ m/s}^2) (3 \text{ m}) = 29,400 \text{ Pa}$$



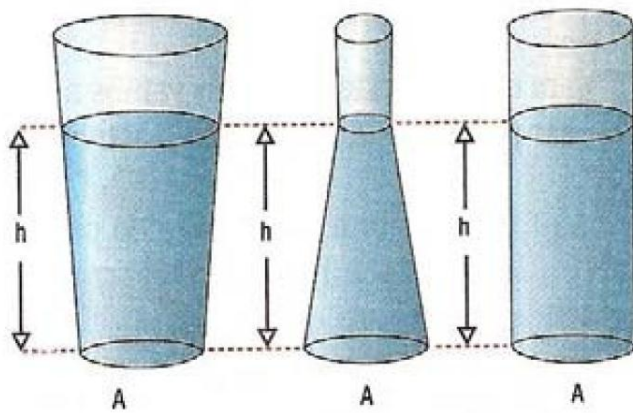
**Ejemplo:**

En la planta baja de un edificio departamental la presión del agua es de  $30.2 \text{ N/cm}^2$ . El edificio consta de 10 pisos y cada uno tiene una altura de 3 metros. ¿Hasta qué piso subirá el agua?

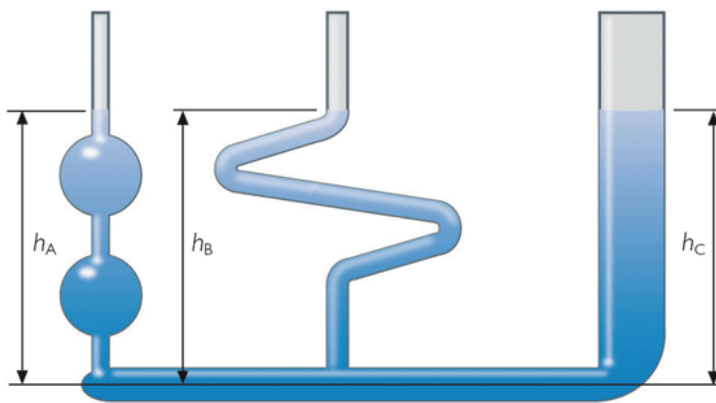
DATOS:  $P = 30.2 \text{ N/cm}^2 = 302,000 \text{ N/m}^2$ ,  $\rho = 1000 \text{ Kg/m}^3$ ,  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

De la fórmula de la presión hidrostática  $P = \rho gh$ , despejamos h:

$$h = \frac{P}{\rho g} = \frac{302000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}{\left(1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) \left(9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)} = 30.8 \text{ m}, \text{ por lo tanto, el agua sube hasta el décimo piso.}$$

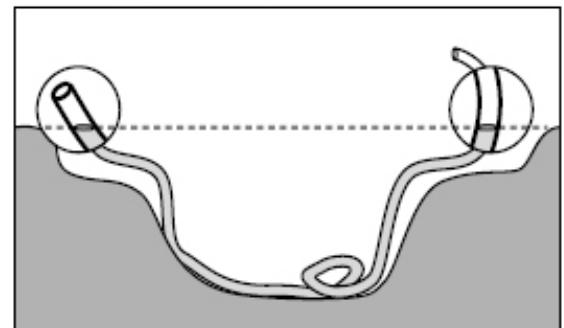


Para un líquido determinado, la presión sólo depende de la altura o profundidad. Esto significa que si tenemos recipientes de forma diferente, con diferentes cantidades de un líquido, pero la altura a la que se encuentra el líquido es la misma, entonces la presión que ejercen sobre el fondo tiene el mismo valor.



Lo anterior es el principio de los **vasos comunicantes**: si unimos varios recipientes y vertemos agua en uno de ellos, debido a que la presión en el fondo debe ser la misma, el nivel al que suba el agua será el mismo en todos los recipientes, independientemente de su forma y tamaño.

**Tan sencillo como genial: el nivel de burbuja hecho con una manguera transparente.**



Los albañiles utilizan este principio, cuando utilizan una manguera para nivelar dos puntos en una habitación que deben quedar a la misma altura. La red distribución de agua en una ciudad sigue también este principio.

**Actividad: 2**

**En equipos de cinco integrantes, realicen y discutan los siguientes ejercicios:**

1. ¿Qué aplicaciones tienen o pueden tener los vasos comunicantes?
2. Investiguen el motivo por el cual los buzos que descienden a grandes profundidades en el mar, ascienden de manera lenta hacia la superficie. Comenten y discutan los resultados de su investigación con sus compañeros y entreguen un reporte a su maestro.
3. Investiguen qué es una prensa hidráulica, dónde y para qué se utiliza.
4. Calculen la diferencia de presión que hay entre dos puntos de una piscina, situados en la misma vertical, a una distancia de 1 metro. Dato: densidad del agua =  $1000 \text{ Kg/m}^3$





**Actividad: 2 (continuación)**



5. Calculen la diferencia de presión que hay entre dos puntos que están en el aire, situados en la misma vertical, a una distancia de 1 metro. Dato: densidad del aire =  $1.293 \text{ Kg/m}^3$

6. La escotilla de un submarino tiene una superficie de  $100 \text{ dm}^2$ . ¿Qué presión ejercerá el agua del mar, cuya densidad es  $1.03 \text{ g/cm}^3$ , sobre la escotilla cuando el submarino se encuentre a una profundidad de  $25 \text{ m}$ ? ¿Qué fuerza soportará la escotilla en estas condiciones?



Evaluación					
Actividad: 2	Producto: Ejercicio práctico.			Puntaje:	
Saberes					
Conceptual	Procedimental			Actitudinal	
Reconoce la utilidad de Presión Hidrostática.	Aplica en la práctica el uso de la presión Hidrostática.			Con eficiencia realiza el ejercicio en equipo.	
Coevaluación	C	MC	NC	Calificación otorgada por el docente	



## Presión atmosférica.

La atmósfera es la capa de aire que rodea a la Tierra y es indispensable para la vida de plantas y animales. Esta masa de aire es atraída por la gravedad terrestre, es decir, la atmósfera tiene peso y por lo tanto, ejerce una presión sobre todos los cuerpos en contacto con ella, incluyéndonos a nosotros. A esta presión se le llama **presión atmosférica**.

La presión atmosférica en un punto representa el peso de una columna de aire de área de sección recta unitaria que se extiende desde ese punto hasta el límite superior de la atmósfera.

Como la densidad del aire disminuye cuando nos elevamos, no podemos calcular ese peso a menos que seamos capaces de expresar la densidad del aire  $\rho$  en función de la altitud  $z$  o de la presión  $p$ . La densidad de la atmósfera es mayor en los lugares más cercanos a la superficie terrestre. El 50% del aire se encuentra en los primeros 5.5 kilómetros de altitud y el 99% del aire se encuentra aproximadamente en los primeros 30 kilómetros de altitud. Por ello, no resulta fácil hacer un cálculo exacto de la presión atmosférica sobre la superficie terrestre; por el contrario, es muy fácil medirla.



El primero en medir la presión atmosférica fue el físico italiano Evangelista Torricelli, contemporáneo de Galileo, en 1644. Para hacerlo tomó un tubo de vidrio de un metro de largo, cerrado por uno de sus extremos. Dicho tubo lo llenó de mercurio. Con el extremo libre tapado, invirtió el tubo y lo sumergió en un recipiente que también contenía mercurio. Al destapar el extremo inferior, la columna de mercurio del tubo descendió hasta detenerse a una altura de 76 centímetros, medido desde la superficie del mercurio del recipiente; se detuvo debido a que la presión atmosférica sobre la superficie del mercurio que está en el recipiente, equilibra a la presión que ejerce la columna de mercurio del tubo.

Torricelli concluyó que la presión atmosférica equivale a la presión hidrostática ejercida por una columna de mercurio de 76 cm de altura.

Esta presión se dice que es **1 atmósfera** (1 atm).

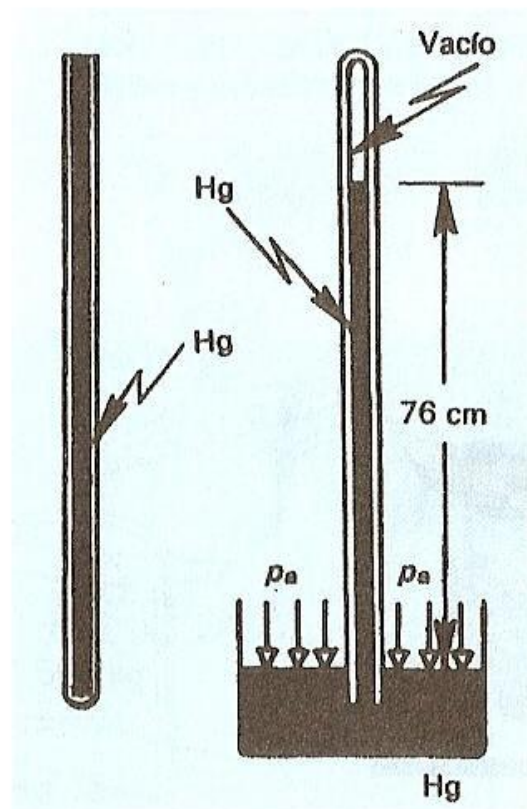
$$1 \text{ atm} = 76 \text{ cm de Hg} = 760 \text{ mm de Hg}$$

Como la presión atmosférica es igual a la presión hidrostática que ejerce una columna de mercurio de 76 cm de altura, entonces su valor es el siguiente:

$$P_{at} = \rho g h = (13600 \text{ kg/m}^3)(9.8 \text{ m/s}^2)(0.76 \text{ m}) = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

El experimento de Torricelli se realizó al nivel del mar. Pero, así como la presión hidrostática depende de la altura, igualmente la presión atmosférica no tiene el mismo valor en lugares de la Tierra cuya elevación respecto al nivel del mar es diferente (ver tabla).

Por ejemplo, en la ciudad de México, la presión es menor que la de Hermosillo, ya que la primera se encuentra a casi 3000 metros sobre el nivel del mar, mientras Hermosillo se encuentra a sólo 170 metros del nivel del mar.







Variación de la presión atmosférica con la altitud

Altitud (en metros)	Pat (en cm de Hg)
0	76
500	72
1000	67
2000	60
3000	53
4000	47
5000	41
6000	36
7000	31
8000	27
9000	24
10000	21



Esto significa que los aparatos que se utilizan para medir la presión atmosférica, llamados **barómetros y manómetros**, también pueden ser utilizados para medir la altitud del lugar.

Las unidades utilizadas para medir la presión atmosférica son las mismas utilizadas para medir presión hidrostática; en honor a Torricelli se ha convenido en llamar **Torr** a un milímetro de mercurio. En meteorología se emplea una unidad diferente para medir la presión atmosférica denominada **bar**.

Por ser el aire un fluido, pudiéramos pensar que la magnitud de la presión atmosférica puede calcularse con la expresión para la presión hidrostática  $P = \rho g h$

¿Qué dificultades tendríamos para usar esta expresión para el cálculo de la presión atmosférica?

**Presión absoluta.**

Como la presión atmosférica actúa sobre todo los objetos y sustancias que están en contacto con ella, si un líquido se encuentra en un recipiente al descubierto, (una alberca o el mar es un buen ejemplo), la presión total en un punto situado a una altura o profundidad "h" se obtiene sumando la presión atmosférica del lugar y la presión hidrostática. A esta presión total se le conoce como **presión absoluta**, es decir:

Presión absoluta = presión atmosférica + presión hidrostática

$$P_{ab} = P_{at} + \rho g h$$

Esto está en concordancia con la *Ecuación Fundamental de la Hidrostática* que vimos en la sección anterior.

## Ejemplo:

Calcula la presión absoluta de un buzo que se encuentra a 10 metros de profundidad en agua de mar.

DATOS:  $P_{at} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ ,  $\rho = 1024 \text{ kg/m}^3$ ,  $g = 9.8 \text{ m/seg}^2$ ,  $h = 10 \text{ m}$

La presión absoluta se obtiene sumando la presión atmosférica a la presión hidrostática, es decir:

$$P_{ab} = P_{at} + \rho g h$$

$$P_{ab} = 101300 \text{ Pa} + \left(1024 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) \left(9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) (10 \text{ m}) = 201652 \text{ Pa}$$

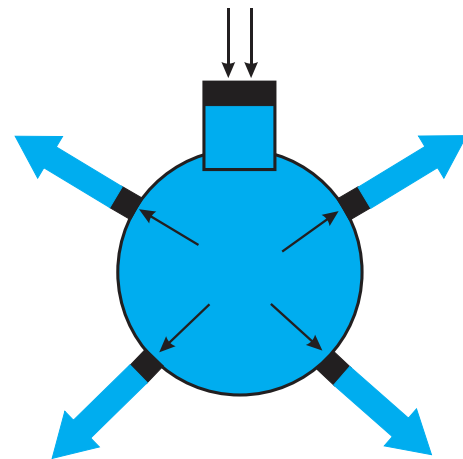
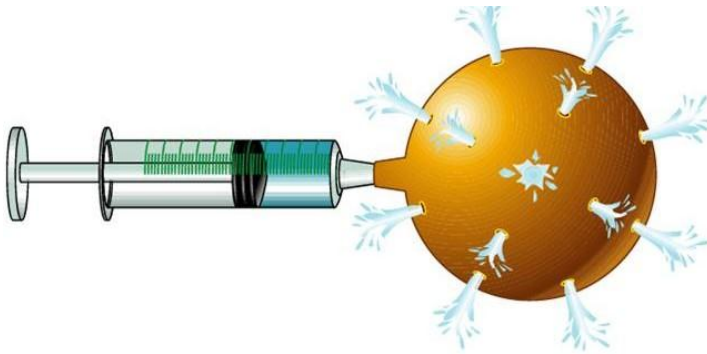
¡La presión atmosférica hace que aumente al doble la presión total sobre el buzo!

## Principio de Pascal

Debido a que los líquidos son prácticamente incompresibles, cualquier presión que se ejerce sobre ellos se transmite de manera íntegra e inmediata a todos los puntos del líquido. Blaise Pascal, científico francés del siglo XVII estudió cómo se transmite la presión que se ejerce sobre un fluido y el efecto que se observa lleva su nombre:

## PRINCIPIO DE PASCAL

La presión aplicada a un fluido encerrado y en reposo se transmite íntegramente y en todas direcciones a todos los puntos del fluido y a las paredes del recipiente que lo contiene.

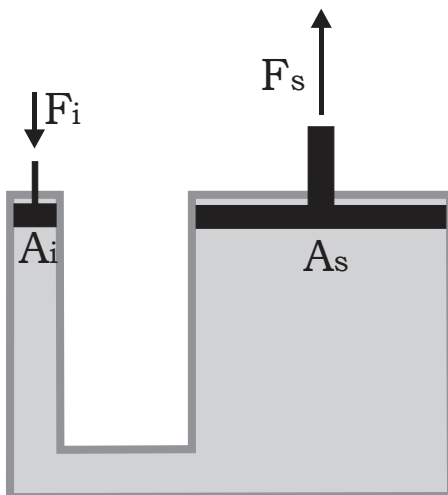


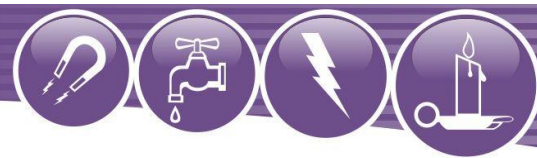
La presión aplicada sobre el émbolo se transmite con la misma intensidad y en todas direcciones.

El principio de Pascal quizá no tendría tantas aplicaciones si sólo nos ayudara a la transmisión de fuerzas y presiones, su principal aplicación radica en que también nos ayuda a multiplicar dichas fuerzas, como se demuestra a continuación:

La presión inicial ( $P_i$ ) a un gato hidráulico, aplica una fuerza inicial  $F_i$  a un pistón de área muy pequeña  $A_i$ . Según el principio de Pascal, esta presión se transmite íntegramente al pistón de salida cuya área es  $A_s$ . Como:

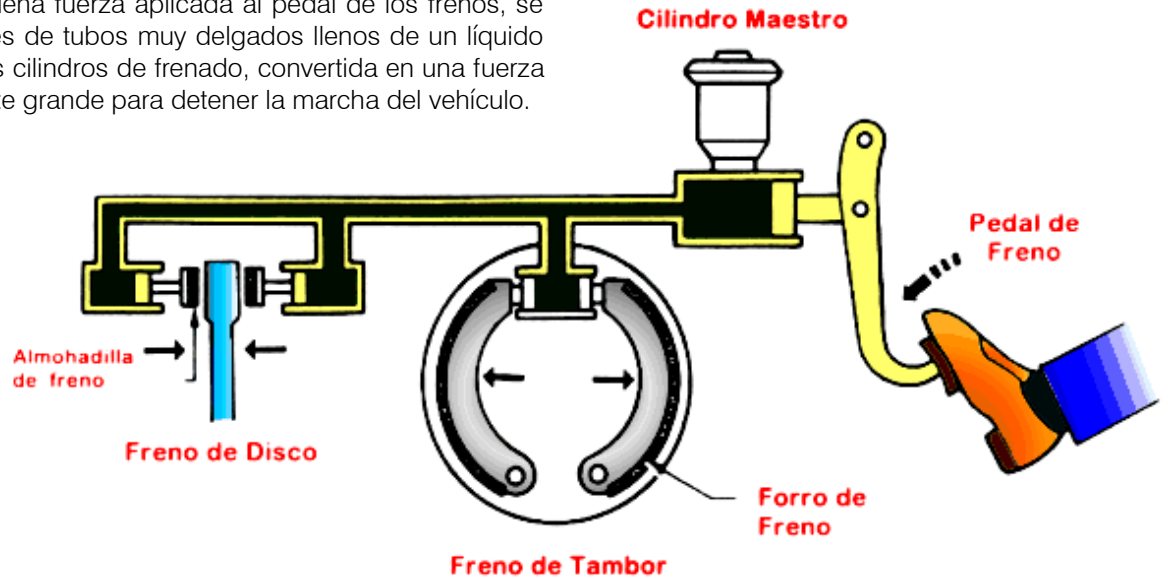
$$P_i = P_s, \text{ entonces } \frac{F_i}{A_i} = \frac{F_s}{A_s} \text{ de donde se obtiene: } F_s = \left(\frac{A_s}{A_i}\right) F_i$$





Lo cual nos indica que la fuerza inicial  $F_i$  se multiplica tantas veces como el área de salida,  $A_s$  es mayor que el área de entrada  $A_i$ . Así, si aplicamos una fuerza inicial de 10 Newton en un área de  $1 \text{ cm}^2$ , y si el pistón de salida tiene un área de  $100 \text{ cm}^2$ , la fuerza de salida será de 1000 Newtons, es decir, la fuerza inicial se multiplicó por 100.

Una aplicación muy común de este principio lo encontramos en el sistema de frenado hidráulico de los autos, en donde una pequeña fuerza aplicada al pedal de los frenos, se transmite a través de tubos muy delgados llenos de un líquido hasta llegar a los cilindros de frenado, convertida en una fuerza lo suficientemente grande para detener la marcha del vehículo.



Ejemplo:

Un elevador de taller mecánico tiene pistones de entrada y salida (el de levantamiento) de 5 centímetros y de 60 centímetros de radio respectivamente. Con este dispositivo se mantiene levantado un auto de 2000 Kg. ¿Cuál es la fuerza aplicada al pistón de entrada?

DATOS:

$$F_s = P = mg = 19600\text{N} \quad r_i = 5 \text{ cm} \quad r_s = 60 \text{ cm}$$

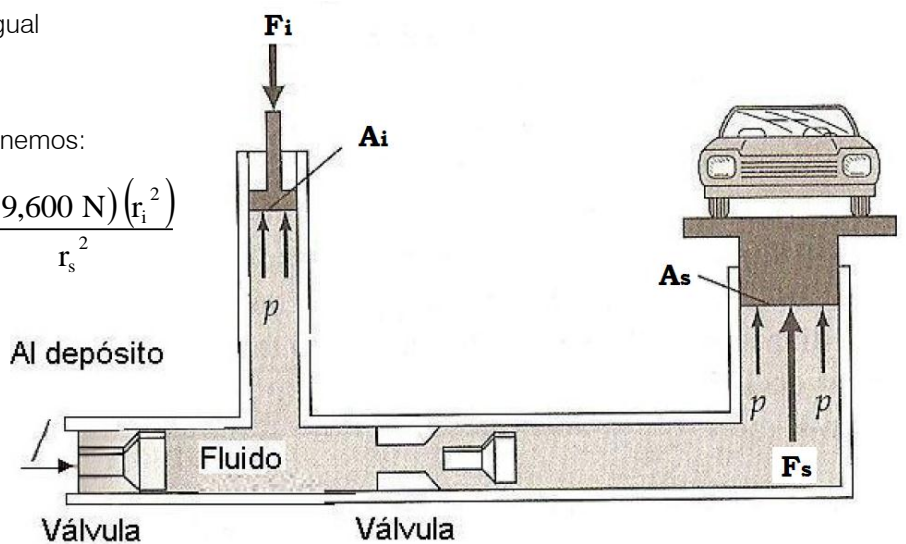
La presión inicial de entrada debe ser igual a la presión de salida, por lo que:

$$\frac{F_i}{A_i} = \frac{F_s}{A_s}, \text{ de donde, despejando "F}_i\text{" tenemos:}$$

$$F_i = \frac{A_i F_s}{A_s} = \frac{(19,600 \text{ N})(\pi r_i^2)}{\pi r_s^2} = \frac{(19,600 \text{ N})(r_i^2)}{r_s^2}$$

$$F_i = \frac{(19,600 \text{ N})(25 \text{ cm}^2)}{3,600 \text{ cm}^2}$$

$$F_i = 136.1 \text{ N}$$

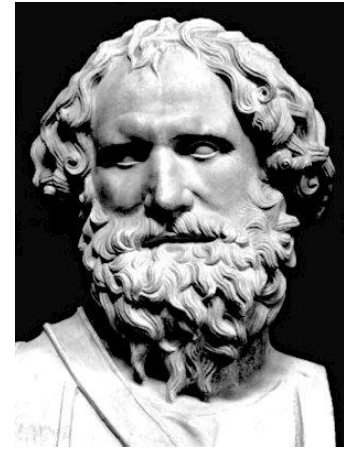


*¡Con el peso de un niño de 14 kg se puede levantar este carro de 2000 kg!*

## Principio de Arquímedes.

Seguramente habrás notado que cuando te encuentras en una alberca o en un río los objetos aparentan ser más livianos. Puedes levantar con facilidad una pesada piedra mientras se encuentre dentro del agua, pero una vez fuera de ella se requiere de más esfuerzo para levantarla. Dentro de un líquido los cuerpos tienen un peso aparente menor que en el aire.

Este fenómeno fue estudiado por el sabio griego Arquímedes, de quien se relata una de las anécdotas científicas más pintorescas de la historia de la ciencia. Se dice que el rey Herón le encargó a Arquímedes que investigara si el orfebre a quien le había encargado la elaboración de su corona, había utilizado en su totalidad el oro que le había asignado para dicho trabajo, o bien, si había usado sólo una parte y había completado la corona con otro metal más barato. Se cuenta que estaba en la tina de su baño y al observar cómo se hundía y flotaba su cuerpo al aspirar y exhalar aire, se le ocurrió la idea de cómo resolver el misterio de la corona. Salió emocionado, corriendo por las calles del pueblo y gritando: ¡eureka!, ¡eureka! que significa: ¡lo encontré!, ¡lo encontré!



La solución a este problema se explica por el principio que lleva su nombre:

### Principio de Arquímedes:

Todo cuerpo total o parcialmente sumergido en un fluido, será empujado con una fuerza vertical ascendente igual al peso del volumen de fluido desalojado por dicho cuerpo. Esta fuerza recibe el nombre de empuje hidrostático o de Arquímedes, y se mide en newtons (en el SI).

Matemáticamente, podemos encontrarlo de la siguiente manera:

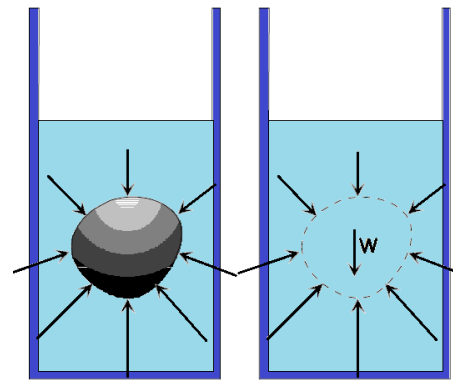
$$\text{Empuje} = \text{peso del líquido desalojado} = m_L g$$

Pero  $m_L = \rho_L V_L$  entonces:

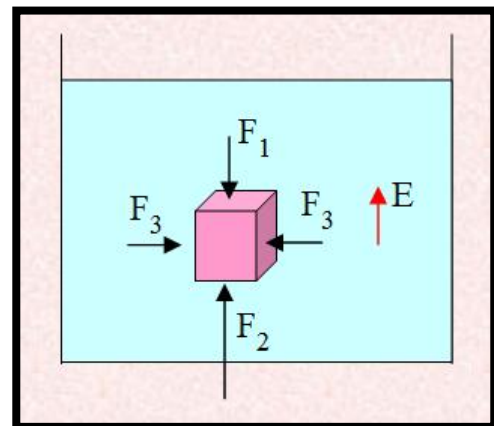
$$\mathbf{E} = \rho_L V_L g$$

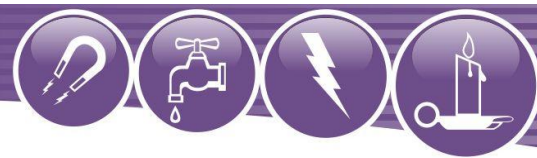
Donde  $m_L$  es la masa del líquido desalojado,  $\rho_L$  es la densidad de ese líquido y  $V_L$  el volumen del mismo líquido. Aquí es importante observar que el volumen del líquido desalojado es igual al volumen del cuerpo ( $V_c$ ) que se introduce en él.

En realidad, el Principio de Arquímedes es consecuencia de la presión hidrostática que experimenta cualquier objeto sumergido en un fluido. Sobre la cara inferior actúa más presión que en la superior, por estar a mayor profundidad y, por tanto, la fuerza  $F_2$  es mayor que la  $F_1$ . Las dos fuerzas laterales son iguales y se anulan una con la otra. Así pues, sobre el cuerpo sumergido actúa una fuerza hidrostática resultante hacia arriba: el empuje (E).



Empuje = peso del líquido desalojado



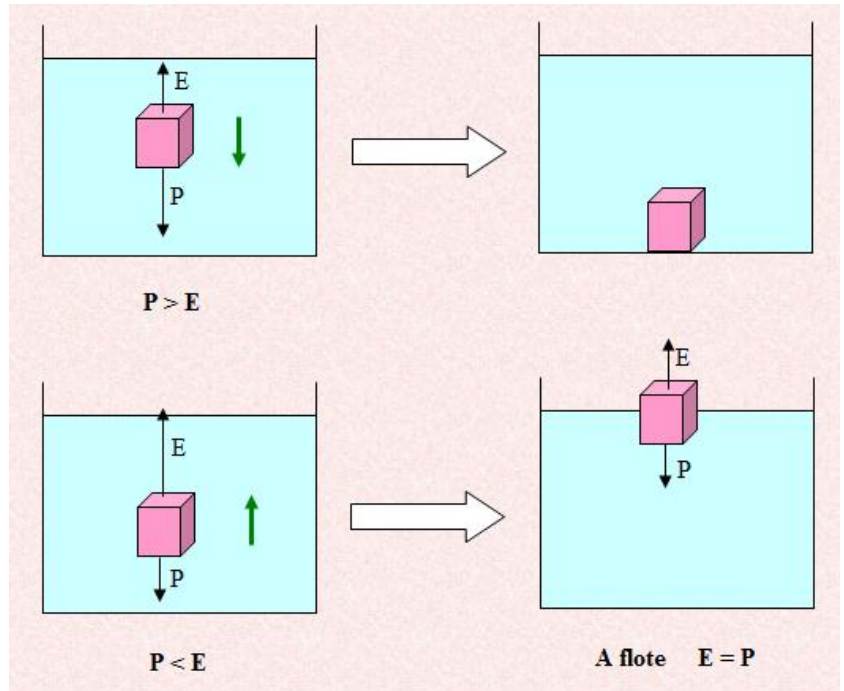


Sobre un cuerpo sumergido tenemos actuando dos fuerzas: una es el empuje y la otra es el peso del propio cuerpo.

Si se introduce un cuerpo en el interior de un fluido, puede ocurrir que el peso sea mayor que el empuje y entonces el cuerpo se irá al fondo (la resta de peso menos empuje se denomina "peso aparente"), o bien el empuje será mayor que el peso y entonces flotará y emergerá en parte hasta que el empuje disminuya hasta igualar el peso y se quede en equilibrio a flote.

Si el peso y el empuje son iguales, la resultante de las dos fuerzas es cero y el objeto se conservará en equilibrio en el lugar en que se coloque dentro del líquido.

Un cuerpo se hunde porque su densidad es mayor que la del líquido y flota cuando su densidad es menor.



Si colgamos un objeto de un dinamómetro leeremos su peso (P). Cuando lo introducimos a un líquido leeremos un peso menor, esto es su peso aparente (Pap).

$$P_{ap} = P - E$$

O bien:

$$E = P - P_{ap}$$

Ejemplo:

Una roca tiene una masa de 0.5 Kg y un volumen de 100 cm<sup>3</sup>. Calcula el empuje que recibe si se sumerge totalmente en gasolina.

DATOS:

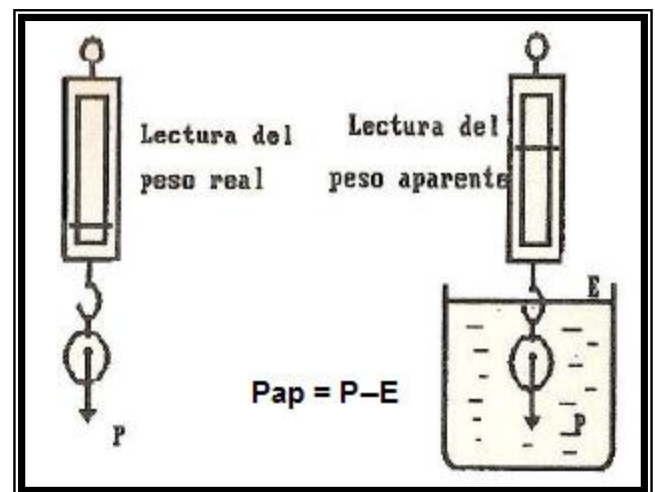
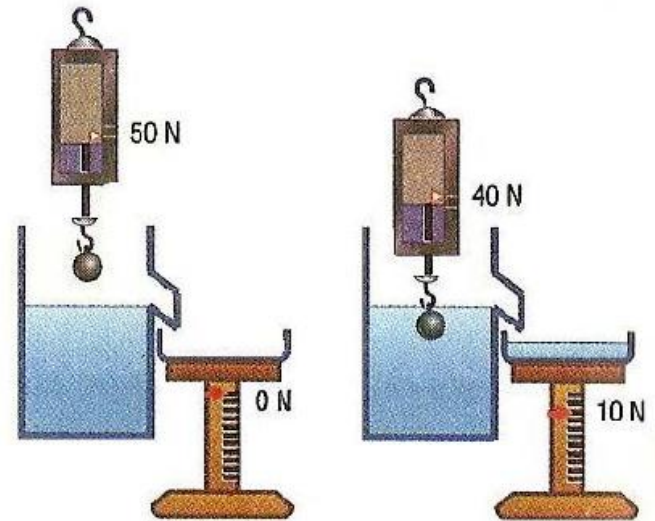
$$V_c = V_L = 100 \text{ cm}^3$$

$$\rho = 680 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

Calculamos el empuje E con la expresión  $E = \rho_L V_L g$

$$E = (680 \text{ kg/m}^3)(10^{-4} \text{ m}^3)(9.8 \text{ m/s}^2) = 0.666 \text{ N}$$



**Ejemplo:**

Un cuerpo cuyo peso es de 400 N, al sumergirse en un recipiente que contiene glicerina tiene un peso aparente de 250 N. ¿Cuál es el volumen del cuerpo?

DATOS:

$$\begin{aligned} P &= 400 \text{ N} \\ P_{\text{ap}} &= 250 \text{ N} \\ \rho_L &= 126 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

De la expresión del peso aparente  $P_{\text{ap}} = P - E$ , despejamos E:

$$E = P - P_{\text{ap}} = 150 \text{ N}$$

Ahora de la ecuación  $E = \rho_L V_L g$ , despejamos el volumen:

$$V_L = \frac{E}{\rho_L g} = \frac{150 \text{ N}}{(126 \text{ kg/m}^3)(9.8 \text{ m/s}^2)} = 0.121 \text{ m}^3 = V_c$$

Recordemos que el volumen del líquido desalojado ( $V_L$ ) es igual al volumen del cuerpo ( $V_c$ ) que se introduce en dicho líquido.

**Ejemplo:**

Se tiene un trozo de material de forma irregular cuya masa es de 2.5 kilogramos. Se sumerge en un recipiente y se encuentra que desaloja un volumen de 3.8 litros. Encontrar la densidad del material.

DATOS:

$$\begin{aligned} \text{Masa} &= 2.5 \text{ kilogramos} \\ \text{Volumen} &= 3.8 \text{ litros} \end{aligned}$$

Para obtener unidades conocidas de densidad se tendrá que expresar el volumen en metros cúbicos:

$$3.8 \text{ L} \left( \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} \right) = 0.0038 \text{ m}^3$$

Calculando la densidad, tendríamos:

$$\rho = \frac{2.5 \text{ kg}}{0.0038 \text{ m}^3}$$

$$\rho = 657.89 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Se pueden utilizar unidades más pequeñas para expresar la densidad y poder manejarlas fácilmente, por ejemplo, gramos sobre centímetros cúbicos.

$$\rho = 657.89 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \left( \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \right) \left( \frac{1 \text{ m}^3}{100^3 \text{ cm}^3} \right) = 0.657 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$$

**Actividad: 3**

**En equipos de cinco integrantes, realicen los siguientes ejercicios y discutan los resultados en forma grupal:**

1. Investiguen en la biblioteca los tipos existentes de Barómetros y Manómetros, describiendo de forma sencilla su funcionamiento. Comparen su investigación con sus compañeros de clase y coméntenla con su maestro.
2. Otra unidad en que se mide la presión atmosférica es el bar (y su submúltiplo: el milibar). ¿A qué equivalen estas unidades?
3. Uno de los primeros científicos que se dio cuenta de la existencia de la presión atmosférica, Galileo fue, al demostrar experimentalmente que el aire tiene peso. Doce años después de la muerte de este científico, se realizó en la ciudad alemana de Magdeburgo, en 1654, un histórico experimento para demostrar la existencia de la presión atmosférica. Este experimento se conoce como los hemisferios de Magdeburgo. Investiguen en qué consistió dicho experimento.
4. ¿Si el agua es una sustancia más fácil de obtener que el mercurio, por qué creen que Torricelli no usó agua en lugar de mercurio para su experimento? ¿Qué diferencia hubiera habido si en vez de mercurio utiliza agua? Una vez que respondan estas preguntas, realicen en equipo este experimento, utilizando una manguera transparente que contenga agua.







**Actividad: 3 (continuación)**

9. Un tanque se encuentra totalmente lleno de gasolina y en el fondo del mismo la presión hidrostática es de  $40000 \text{ N/m}^2$ . ¿Cuál es la altura del tanque?
10. Los depósitos que suministran de agua a la población se encuentran en lugares más elevados que el resto de las construcciones. Expliquen por qué se hace esto, en términos de la presión hidrostática.

**Seleccionen la opción correcta en las siguientes preguntas:**

1. En una prensa hidráulica el área del émbolo menor es de  $6 \text{ cm}^2$  y la del émbolo mayor es de  $48 \text{ cm}^2$ . Cuando en el émbolo menor se aplica una fuerza "F", en el mayor se obtiene una fuerza:
- 8 veces mayor.
  - 12 veces mayor.
  - 48 veces mayor.
  - Igual a F.
2. Se tienen dos recipientes iguales, uno de los cuales contiene agua y el otro alcohol.Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta:
- La presión es mayor en el fondo del recipiente que contiene alcohol.
  - La presión es mayor en el fondo del recipiente que contiene agua.
  - La presión es igual en el fondo de ambos recipientes.
  - No hay presión en el fondo de los recipientes.
3. La presión atmosférica al nivel del mar equivale a la presión que ejerce una columna de mercurio de 76 cm de altura. En la Ciudad de México la atmósfera ejerce una presión igual a una columna de mercurio de solo 58 cm de altura. Esta diferencia se debe a:
- La columna de aire desde el nivel del mar hasta las últimas capas de la atmósfera contiene menos aire.
  - La columna de aire desde la ciudad de México hasta las últimas capas de la atmósfera contiene más aire.
  - La columna de aire desde el nivel del mar hasta las últimas capas de la atmósfera, contiene mucho aire.
  - La columna de aire desde la ciudad de México hasta las últimas capas de la atmósfera contiene menos aire.





### Actividad: 3 (continuación)

4. El viaje de un globo aerostático, con sus ascensos, descensos y su estabilidad a cierta altura, está basado en un principio físico llamado:
  - a) Principio de Pascal.
  - b) Principio de Arquímedes.
  - c) Principio de Bernoulli.
  - d) Principio de Torricelli.
  
5. Un recipiente de un litro se llena totalmente de mercurio y contiene una masa de 13.6 kg. Al sumergirse en agua el empuje que recibe es de:
  - a) 128.3 N
  - b) 13.6 N
  - c) 9.8 N
  - d) 6.8 N
  
6. Un cuerpo sólido cuyo peso es de 98 N se sumerge en un recipiente con agua y desplaza dos litros de dicho líquido. El empuje que recibe el sólido es de:
  - a) No recibe ningún empuje.
  - b) 2 Newton.
  - c) 19.6 Newton.
  - d) 96 Newton.
  
7. Un nadador se encuentra en una alberca a dos metros de profundidad. Una canica se encuentra en el fondo de un tubo cilíndrico de 5 cm de diámetro y dos metros de alto, el cual también contiene agua. La presión hidrostática será:
  - a) Mayor para la canica.
  - b) Mayor para el nadador.
  - c) Muy poca para la canica.
  - d) Igual para el nadador y la canica.

Evaluación					
Actividad: 3	Producto: Ejercicio Práctico.			Puntaje:	
Saberes					
Conceptual	Procedimental			Actitudinal	
Distingue los conocimientos de presión atmosférica, principio de Pascal y principio de Arquímedes.	Aplica en la práctica los conocimientos de presión atmosférica, principio de Pascal y principio de Arquímedes.			Muestra seguridad en la resolución del ejercicio.	
Coevaluación	C	MC	NC	Calificación otorgada por el docente	



## ■ Cierre

## Actividad: 4



En forma individual, realiza los siguientes ejercicios:

1. La presión máxima que soporta una persona es de 8 atm, ¿cuál es la máxima profundidad teórica a la que puede descender bajo el agua?
2. Un recipiente en forma de prisma de base un cuadrado de lado 4 dm y de altura 6 dm, se llena de gasolina de densidad  $680 \text{ kg/m}^3$ . Calcula:
  - a) La presión sobre el fondo del recipiente.
  - b) La fuerza que soporta la base del recipiente.
3. En una piscina el agua llega hasta 3 metros de altura y en el fondo hay una tapa circular de 10 cm de radio y masa despreciable, ¿qué fuerza hay que realizar para abrir dicha tapa?



**Actividad: 4 (continuación)**

4. Calcula la presión que deberá soportar un submarino que quiera descender a la fosa de Las Marianas, de 11000 metros de profundidad. La densidad del agua del mar es  $1.025 \text{ g/cm}^3$ . ¿Qué fuerza soportará una escotilla de  $25 \text{ cm}^2$ ?
5. Se realiza la experiencia de Torricelli al pie de una montaña y en su cima. Entre ambas experiencias existe una diferencia de altura de la columna de mercurio del barómetro de 2 cm. (Densidad del aire  $1,3 \text{ kg/m}^3$ ). Calcula la altura de la montaña.
6. Si la presión atmosférica al nivel del mar es de  $10^5 \text{ N/m}^2$ , ¿Cuál es la presión atmosférica a una altura de 350 m (Nebraska), a 750 m (Jerusalén) y a 2250 m (México)?





Actividad: 4 (continuación)



7. Tenemos una prensa hidráulica. El diámetro de la sección menor es de 15 cm y el de la sección mayor es de 31 cm. Con esta prensa queremos levantar una masa de 400 kg. Calcula la fuerza necesaria para lograrlo.
  
8. Un tapón de corcho tiene una masa de 3.6 g y un volumen de 30 cm<sup>3</sup>. ¿Qué porcentaje de este volumen emerge cuando el tapón flota en aceite? (Densidad del aceite: 0.8 g/cm<sup>3</sup>)
  
9. Un cuerpo pesa 700 N en el aire. Cuando se sumerge en agua su peso se reduce a 450 N. Determina su volumen y su densidad (densidad del agua: 1000 Kg/m<sup>3</sup>).



Evaluación					
Actividad: 4		Producto: Ejercicio.		Puntaje:	
Saberes					
Conceptual		Procedimental		Actitudinal	
Identifica las cantidades físicas que estudia la Hidrostática		Analiza la utilidad de las cantidades físicas que estudia la Hidrostática.		Con atención lee las instrucciones del ejercicio de problemas.	
Autoevaluación		C	MC	NC	Calificación otorgada por el docente

## Secuencia didáctica 3. Hidrodinámica.

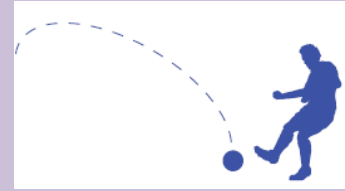
### ► Inicio



#### Actividad: 1

En equipos de cinco integrantes, contesten las siguientes preguntas, con principios científicos y discutan de manera grupal las conclusiones.

1. ¿A qué se debe la trayectoria curva o “chanfle” que los futbolistas le dan al balón, al patearlo con un lado del pie?

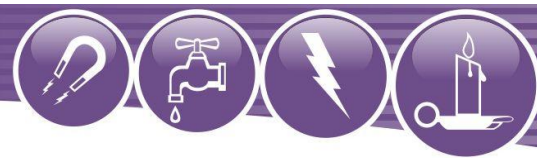


2. Cuando regamos con manguera, si ponemos el dedo pulgar para disminuir el diámetro de la salida, la velocidad del agua aumenta, ¿a qué se debe esto?

3. ¿A qué se debe que los aviones, siendo tan pesados, puedan despegar del suelo y volar por los aires?



Evaluación					
Actividad: 1	Producto: Cuestionario.			Puntaje:	
Saberes					
Conceptual	Procedimental			Actitudinal	
Identifica los conceptos básicos de la Hidrodinámica.	Analiza y debate los conocimientos de Hidrodinámica.			Se interesa en el trabajo colaborativo.	
Coevaluación	C	MC	NC	Calificación otorgada por el docente	



## ► Desarrollo

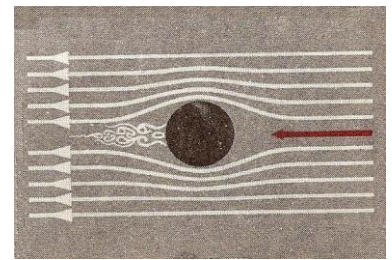
Una vez estudiadas en la *hidrostática* las características y los fenómenos causados por los líquidos en reposo, ahora analizaremos, en la *hidrodinámica*, lo que ocurre cuando hay movimiento o flujo de un líquido.

*La hidrodinámica es el estudio de las propiedades mecánicas y los fenómenos que presentan los fluidos en movimiento.*

El estudio de los sólidos en movimiento es muy complicado matemáticamente, si se toma en cuenta todas las fuerzas que intervienen, entre ellas la fricción, y lo que hacemos para facilitar dichos cálculos es despreciar la influencia de la fricción, igualmente, el estudio de los líquidos reales es muy complicado porque intervienen también fuerzas de fricción representadas por la viscosidad de los mismos.

La **viscosidad** es la resistencia que presenta un líquido al fluir.

En un líquido en movimiento, la viscosidad depende de la velocidad relativa entre las diferentes capas del líquido y su principal efecto es la creación de remolinos y turbulencias cuando el líquido tiene que sortear un obstáculo sólido.



Cuando un fluido rodea un obstáculo sólido se crean remolinos y turbulencias.

Si queremos facilitar el estudio de los líquidos en movimiento, con el fin de obtener resultados que permitan explicar las aplicaciones prácticas en el diseño de canales, presas, barcos, hélices, aviones, turbinas y tuberías en general, se hacen ciertas suposiciones que nos acercan al comportamiento de un líquido real y que a la vez nos permiten hacer cálculos más sencillos. A los fluidos que cumplen estas suposiciones se les llama **fluidos ideales**.

Algunas características generales del flujo de un *fluido ideal* son las siguientes:



1. **Flujo laminar o estacionario.** El flujo o movimiento de un fluido se describe en función de variables como la presión, la densidad y la velocidad. Si estas cantidades se mantienen constantes al transcurrir el tiempo, entonces el flujo es *estacionario*. Estas cantidades pueden variar de un punto a otro, pero no en un punto determinado. Esto se cumple para velocidades de flujo pequeñas. En el caso de velocidades grandes como en los rápidos de un río o en cascadas, el flujo es turbulento y dichas cantidades varían de forma notoria no sólo de un punto a otro, sino en un punto determinado.

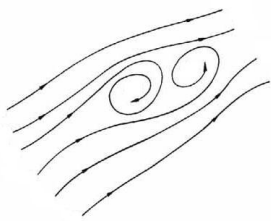


Flujo estacionario: La velocidad, la densidad y la presión no cambian en un punto determinado, al transcurrir el tiempo, como en el punto D.



**2. Flujo incompresible.** Cuando la densidad del fluido no cambia en ningún punto y con el tiempo, el flujo es *incompresible*. Como sabemos los líquidos son incompresibles, pero cuando la velocidad de flujo de un gas es pequeña su compresión es insignificante de modo que puede considerarse incompresible.

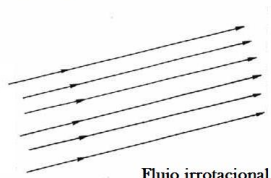
**3. Flujo ideal o no viscoso.** La viscosidad de un fluido se debe al rozamiento entre las moléculas que se encuentran en movimiento relativo. La viscosidad equivale a la fricción en el movimiento relativo de dos superficies sólidas. A mayor viscosidad es necesaria mayor fuerza o presión para mantener al fluido en movimiento. En la realidad no hay fluidos ideales, todos tienen cierto grado de viscosidad. Pero al igual que en la mecánica en algunas ocasiones se puede despreciar la fricción ya que en estos casos sus efectos son insignificantes, aquí también podemos no considerar la viscosidad en aquellos casos que sus efectos no sean significativos.



Flujo rotacional

**4. Flujo irrotacional:** Si al colocar un objeto en el interior de un fluido en movimiento, el objeto no rota o gira sobre su propio eje, el flujo es *irrotacional*. Un ejemplo de giro irrotacional se presenta al quitar el tapón a la tina de baño. Cualquier objeto colocado ahí, acompaña al fluido en su movimiento, pero no gira sobre su propio eje.

A un flujo que no tenga estas características, es decir, a un flujo que sea no estacionario, compresible, viscoso y rotacional se llama *flujo turbulento*.



Flujo irrotacional

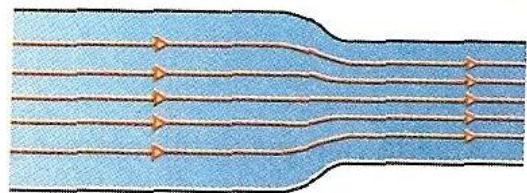
#### Líneas de flujo

El movimiento de un fluido se puede representar por medio de *líneas de corriente* o *líneas de flujo*. Cuando el flujo es estacionario, estas líneas no cambian de forma.

Se llaman *líneas de flujo* o *líneas de corriente* a una representación gráfica de la trayectoria que siguen las partículas de dicho fluido en el transcurso del tiempo.

Las líneas de flujo nos dan una idea de cómo es el movimiento del fluido (estacionario o turbulento) y también de cómo es la velocidad. Mientras más juntas están las líneas de flujo, indican un fluido de mayor rapidez. Las líneas de flujo tienen la propiedad de que nunca se cruzan, ya que si esto sucediera, indicaría que una partícula que llegue a dicho punto tendría dos direcciones distintas y cambios bruscos de velocidad y el flujo no sería constante.

Una vez hecha las consideraciones iniciales definiremos algunos conceptos útiles para el estudio de la hidrodinámica.



En la sección más angosta la velocidad del líquido es mayor, esto lo indica el hecho de que sus líneas de flujo están más juntas.

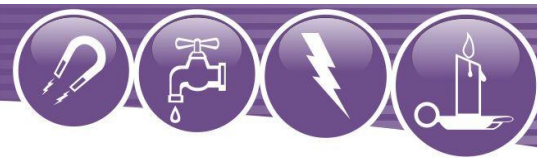
#### Gasto.

Al referirnos al flujo de un líquido a través de una tubería, es muy común hablar de su **Gasto**.

El **Gasto** es el cociente del volumen ( $V$ ) de un líquido que fluye por un conducto y el tiempo ( $t$ ) que tarda en fluir.

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

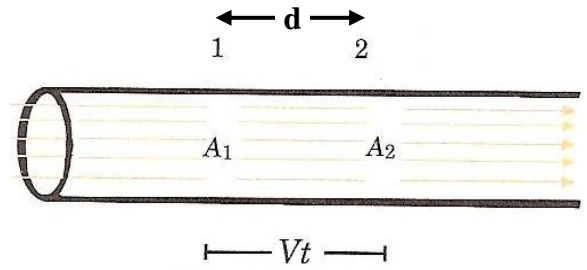




El gasto de un fluido también puede conocerse si se conoce el área (A) de la sección transversal del conducto o tubo por el cual fluye y su velocidad (v).

Si consideramos la figura de la derecha, el volumen V del líquido contenido en el tubo desde el punto 1 al 2, se obtiene multiplicando el área A de la sección transversal, por la distancia "d" recorrida por el líquido entre esos puntos, en el tiempo "t" que tardó en fluir el líquido del punto 1 al 2. Pero como la velocidad del fluido es constante, dicha distancia se obtiene multiplicando la velocidad "v" por el tiempo "t", por lo tanto el volumen se obtiene así:

$$V = Ad = Avt$$



La distancia recorrida por el líquido al pasar de 1 a 2 es "vt"

Al calcular el gasto dividiendo este volumen entre el tiempo tenemos que:  $G = Av$

**Flujo de masa.**

*El flujo de masa es la cantidad de masa de un líquido que pasa por un conducto en la unidad de tiempo.*

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

De la definición de densidad:  $\rho = \frac{m}{V}$

despejando m tenemos:  $m = \rho V$

Si sustituimos en la definición de flujo tenemos:  $F = \rho \frac{V}{t}$

Como  $G = \frac{V}{t}$ , entonces:  $F = \rho G$

El flujo de masa se obtiene multiplicando el gasto por la densidad del líquido.

**Ejemplo:**

Una tubería que conduce gasolina tiene un diámetro de 12 cm. La velocidad del flujo es de 0.6 m/s. ¿Cuál es el gasto y el flujo de masa?

Datos:

$$D = 0.12 \text{ m}$$

$$A = \pi R^2 = 0.01131 \text{ m}^2$$

$$v = 0.6 \text{ m/s}$$

$$\rho = 680 \text{ kg/m}^3$$

Solución: El gasto se obtiene así:

$$G = Av = (0.01131 \text{ m}^2) \left( 0.6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right) = 0.0068 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

El flujo de masa es:

$$F = \rho G = \left( 680 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \left( 0.0068 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right) = 4.6 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

**Ejemplo:**

Determina el área que debe tener una tubería si el agua debe fluir a razón de  $0.052 \text{ m}^3/\text{s}$ , con una velocidad de  $1.3 \text{ m/s}$ .

Datos:  
 $G = 0.052 \text{ m}^3/\text{s}$   
 $v = 1.3 \text{ m/s}$

Solución:  
 Como  $G = Av$   
 Despejando el área  $A$ :

$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

$$A = \frac{G}{v} = \frac{0.052 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{1.3 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 0.04 \text{ m}^2$$

**Ejemplo:**

¿Cuál es la masa de agua que pasa por la tubería (del problema anterior) en un segundo?

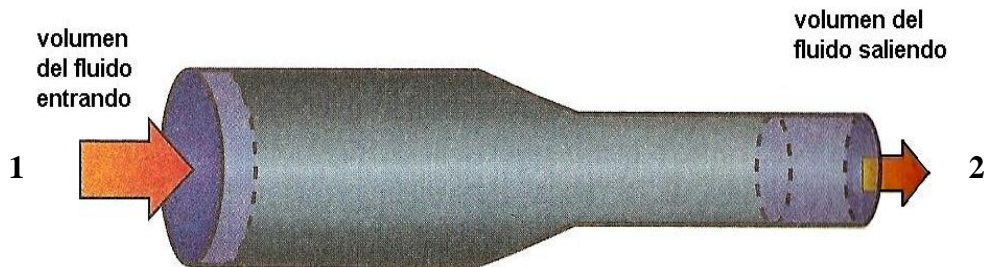
Datos: Solución:

$$G = 0.052 \text{ m}^3/\text{s} \quad F = \rho G = \left( 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \left( 0.052 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right) = 52 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

**Ecuación de continuidad.**

Consideremos el flujo de un líquido a través de una tubería, que reduce de manera considerable el área de su sección transversal entre dos puntos: 1 y 2, como se muestra en la figura:



El área de la sección transversal del tubo se reduce, pero la cantidad de fluido que entra es igual a la que sale.

Como el líquido es incompresible, el flujo de masa que entra al tubo en un intervalo de tiempo "t", tendrá que salir en el mismo tiempo. Es decir, el flujo en el punto 1 debe ser igual al flujo en el punto 2, y en general en cualquier punto. Esto es solo consecuencia de la ley de conservación de la masa, y se expresa en la **ecuación de continuidad**:

Masa que entra / tiempo = masa que sale / tiempo

$$\frac{m_e}{t} = \frac{m_s}{t}$$

La masa puede expresarse en función del volumen que ocupa, así:

$m = \rho V = \rho A d$ , donde "d" es la distancia recorrida por el líquido en el tiempo "t", por lo que:



$$\frac{\rho_1 A_1 d_1}{t} = \frac{\rho_2 A_2 d_2}{t}$$

o bien:

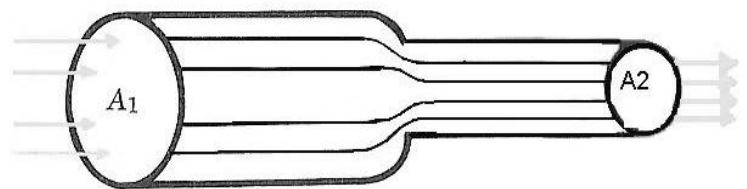
$$\rho_1 A_1 v_1 = \rho_2 A_2 v_2$$

Debido a la incompresibilidad del líquido,  $\rho_1 = \rho_2$ , por lo que:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

A esta ecuación se le conoce como la de **ecuación de continuidad**. Es decir,  $Av = \text{constante}$

De la ecuación anterior se deduce que el producto "Av" es constante, independientemente del grosor del tubo por el que fluye el líquido. Esto significa que si se reduce el área de la sección transversal de un tubo, debe aumentar la velocidad, para que el producto "Av" se mantenga constante, y viceversa, al aumentar el área debe disminuir la velocidad del fluido.



Al reducirse el área de la tubería, aumenta la velocidad. Las líneas de flujo están más juntas en la sección más angosta.

Lo anterior se hace evidente cuando regamos el patio o el jardín con una manguera, al disminuir el área por donde pasará el agua apretando la manguera o colocándole una boquilla, el agua sale con mayor velocidad. Igualmente, la velocidad de las aguas de un río, es menor en la parte ancha del mismo, pero aumenta en los lugares donde el río se hace más angosto.

Ejemplo:

Cuando el agua fluye por una manguera de 2.5 cm de diámetro lo hace con una rapidez de 1.5 m/s.

Calcula:

- El diámetro que debe tener una boquilla o reducción de la manguera para que el agua salga con velocidad de 8.0 m/s.
- El gasto a través de esa manguera.

Datos:

$$D_1 = 2.5 \text{ cm}$$

$$v_1 = 1.5 \text{ m/s}$$

Solución:

a) De la ecuación de continuidad:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

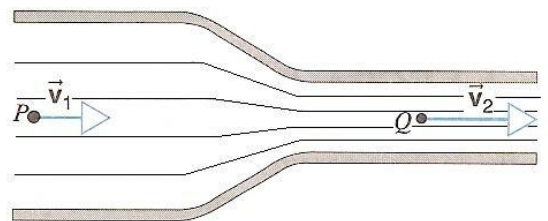
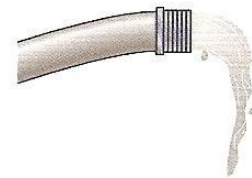
$$v_2 = 8.0 \text{ m/s} \quad \frac{\pi D_1^2}{4} v_1 = \frac{\pi D_2^2}{4} v_2$$

Despejando  $D_2$  y sustituyendo:

$$D_2 = \sqrt{\frac{D_1^2 v_1}{v_2}} = \sqrt{\frac{(1.5 \frac{\text{m}}{\text{s}})(2.5 \text{ cm})^2}{8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}} = 1.0825 \text{ cm}$$

b) El Gasto:

$$G = A_1 v_1 = \frac{\pi D_1^2}{4} v_1 = 0.00074 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 44.4 \frac{\text{litros}}{\text{min}}$$



La velocidad del agua en una manguera aumenta al reducirse el área de salida mediante una boquilla o reductor.

**Actividad: 2**

**En binas, resuelvan los siguientes problemas:**

1. Calculen el gasto y el flujo de masa en una tubería que conduce gasolina y que tiene un diámetro de 20 cm. La velocidad del flujo es de 0.4 m/s.
2. Determinen el área que debe tener una tubería si el agua debe fluir a razón de  $0.065 \text{ m}^3/\text{s}$ , con una velocidad de 2.0 m/s.
3. ¿Cuál es la masa de agua que pasa por la tubería del problema anterior en un segundo?
4. Una tubería de 0.4 m de diámetro conduce un líquido a velocidad de 1.2 m/s. ¿Cuál es su gasto y el flujo de masa?





Actividad: 2 (continuación)



5. Una corriente de agua entra con una velocidad de  $0.1 \text{ m/s}$  por un tubo cuya sección transversal tiene un área de  $4 \text{ cm}^2$ . ¿Cuál será la velocidad del agua, en una sección más angosta del tubo cuya área es  $1.5 \text{ cm}^2$ ?
  
6. Una corriente de agua que cae de forma vertical a través de un chorro que abarca un área de  $6 \text{ cm}^2$ . ¿A cuánto debe disminuir el área del chorro de agua para que su velocidad se triplique?



Evaluación					
Actividad: 2	Producto: Ejercicio.			Puntaje:	
Saberes					
Conceptual	Procedimental			Actitudinal	
Reconoce las características de un fluido ideal, así como los conceptos de Gasto, Flujo de masa y la ecuación de continuidad.	Aplica en situaciones cotidianas los conceptos de Gasto, Flujo de masa y la ecuación de continuidad.			Se muestra firme y responsable en realizar la práctica en equipo.	
Coevaluación	C	MC	NC	Calificación otorgada por el docente	



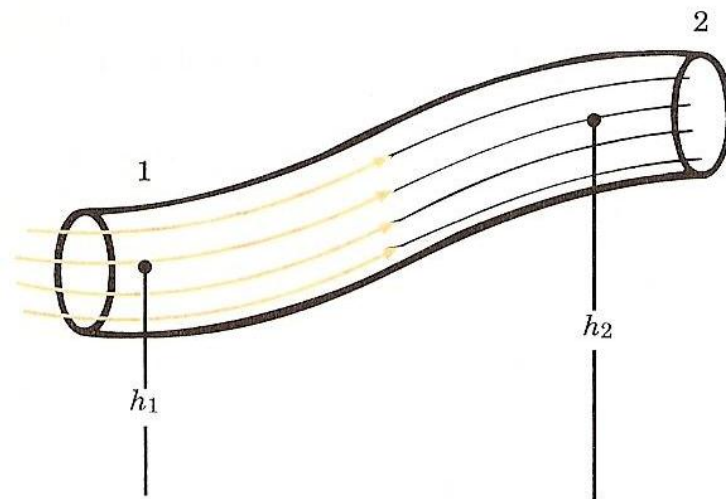
## Ecuación de Bernoulli.

Las leyes de la dinámica para cuerpos sólidos, vistas en Física I, son aplicables también a los fluidos. Debido a que no tienen forma propia, se hacen las consideraciones citadas al principio de esta sección, respecto a los fluidos ideales.

Daniel Bernoulli (1700-1782), físico suizo, estudió el comportamiento de los líquidos y aplicó precisamente una de estas leyes: la ley de conservación de la energía, al comportamiento de un líquido en movimiento.

Veamos cuál pudo ser el razonamiento de Bernoulli

Si consideramos el flujo de un líquido por la tubería que se muestra en la figura, podemos asegurar que dicho líquido tiene tres tipos de energía:



La ley de conservación de la energía exige que la energía total en el punto 1 sea igual a la energía total en el punto 2.

1) Energía cinética, puesto que representa una masa en movimiento. Dicha energía se obtiene así:  $E_c = \frac{mv^2}{2}$

2) Energía potencial gravitacional, debido a que el líquido se encuentra en el campo gravitacional terrestre. Esta energía se obtiene así:  $E_p = mgh$

donde "h" es la altura a la que se encuentra el líquido de un cierto nivel que se toma como referencia.

3) Energía de presión, producida por la presión mutua que ejercen las moléculas del líquido entre sí, por lo que el trabajo realizado para un desplazamiento de las moléculas es igual a esta energía de presión.

Como la energía de presión es igual al trabajo realizado  $W$ , entonces  $E_{\text{presión}} = W = Fd$

Pero como  $P = \frac{F}{A}$ , entonces,  $F = PA$ , por lo que la energía de presión puede expresarse así:  $E_{\text{presión}} = PAd$

El producto del área de la sección transversal del tubo o conducto, al multiplicarse por la distancia ( $d$ ) recorrida por el líquido, es precisamente el volumen ( $V$ ) del líquido que pasa del punto 1 al 2, esto es:

$$V = Ad$$

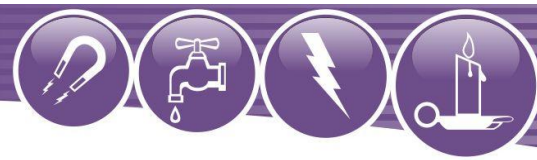
Entonces la energía de presión se expresa:  $E_{\text{presión}} = PV$

Por otro lado el volumen ( $V$ ) del líquido se puede expresar en términos de su densidad, así:

$$\rho = \frac{m}{V}, \text{ por lo que: } V = \frac{m}{\rho} \text{ y por lo tanto: } E_{\text{presión}} = \frac{Pm}{\rho}$$

Aplicando la ley de conservación de la energía, la suma de la energía cinética, más potencial, más la energía de presión en el punto 1, es igual a la suma de estas mismas energías en el punto 2:

$$E_{c1} + E_{p1} + E_{\text{presión}1} = E_{c2} + E_{p2} + E_{\text{presión}2}$$



Sustituyendo estas energías por sus expresiones, obtenemos:

$$\frac{mv_1^2}{2} + mgh_1 + \frac{P_1 m}{\rho_1} = \frac{mv_2^2}{2} + mgh_2 + \frac{P_2 m}{\rho_2}$$

Multiplicando cada término de la expresión anterior por  $\rho/m$ , nos queda:

$$P_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} + \rho g h_1 = P_2 + \frac{\rho v_2^2}{2} + \rho g h_2$$

Esta es la forma más común de expresar **la ecuación fundamental de la hidrodinámica**, conocida como **Ecuación de Bernoulli**.

Esta ecuación, obtenida por Bernoulli, supone el flujo de un líquido ideal incompresible, por lo que la densidad del líquido no cambia al pasar del punto 1 al punto 2. También se considera insignificante la viscosidad del líquido, por lo que se supone que no hay pérdida de energía por fricción.

A pesar de lo anterior, la ecuación de Bernoulli nos permite resolver situaciones de líquidos reales sin incurrir en errores considerables, ya que la pérdida real de energía es insignificante comparada con la magnitud de las otras energías que intervienen.

Veamos un par de características de la Ecuación de Bernoulli:

- Aunque la ecuación de Bernoulli se dedujo a partir de un líquido en movimiento, también es aplicable a un líquido en reposo.

En este caso  $v_1 = v_2 = 0$  y dicha ecuación se transforma en la conocida *ecuación fundamental de la hidrostática*:

$$P_2 = P_1 + \rho g h$$

Donde se ha sustituido la diferencia de alturas ( $h_1 - h_2$ ) por "h".

- Si el líquido fluye por una tubería que no tiene desniveles, entonces  $h_1 = h_2$ , y la Ecuación de Bernoulli se reduce a:

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

Para que se dé esta igualdad, debe ocurrir lo siguiente: si la velocidad del fluido en el punto 1 es grande, la presión debe ser pequeña y viceversa, confirmando lo visto anteriormente en la ecuación de continuidad.

Al término  $\frac{\rho v^2}{2}$  se le llama **presión dinámica**.

Los resultados de los estudios de Bernoulli se pueden resumir así:

**"La presión que ejerce un líquido que fluye por un conducto es mayor cuando el líquido fluye a bajas velocidades, y menor cuando aumenta la velocidad de flujo".**

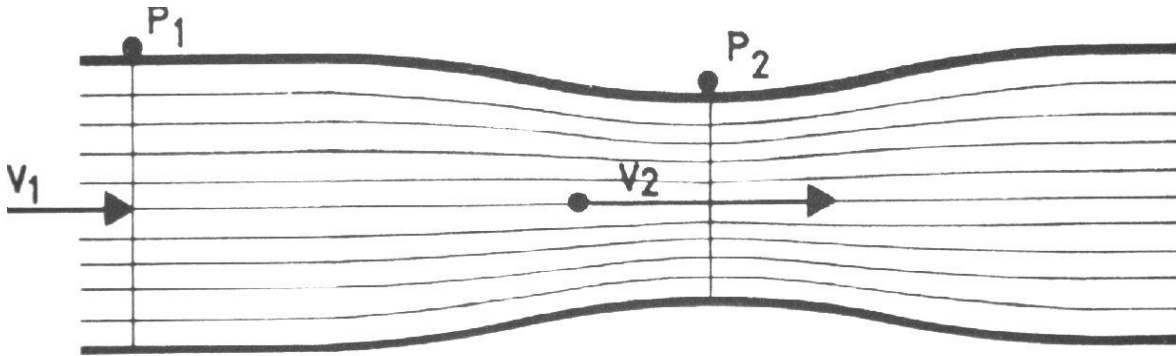
Es decir, cuando las líneas de flujo se aproximen entre sí, la presión en dicha región será menor.

**"En un líquido ideal cuyo flujo es estacionario, la suma de las energías cinética, potencial y de presión que ejerce un líquido se mantiene constante, es decir, la suma de estas energías en un punto determinado, es igual a la suma de dichas energías en cualquier otro punto".**



## Ejemplo.

Un tubo horizontal que transporta agua, tiene en la sección 1 un área de  $0.012 \text{ m}^2$ , y en la sección 2 tiene un estrechamiento y el área de esta sección es de  $0.003 \text{ m}^2$ . La velocidad del agua en la primera sección es de  $6 \text{ m/s}$  a una presión de  $3 \times 10^5 \text{ Pa}$ . Calcula la velocidad y la presión del agua en la sección estrecha.



Datos:

$$A_1 = 0.012 \text{ m}^2 \quad A_2 = 0.003 \text{ m}^2 \quad v_1 = 6 \text{ m/s} \quad P_1 = 3 \times 10^5 \text{ Pa} \quad \rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

Solución:

La velocidad la podemos obtener con la ecuación de continuidad:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

Despejando y sustituyendo:

$$v_2 = \frac{A_1 v_1}{A_2} = \frac{0.012 \text{ m}^2 (6 \text{ m/s})}{0.003 \text{ m}^2} = 24 \text{ m/s}$$

Para obtener la presión, ya que  $h_1 = h_2$ , aplicamos la Ecuación de Bernoulli así:

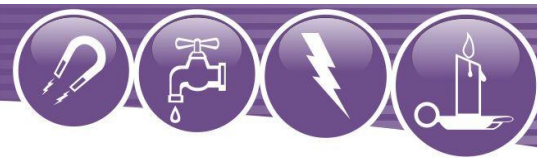
$$P_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} = P_2 + \frac{\rho v_2^2}{2}$$

Despejando  $P_2$ :

$$P_2 = P_1 + \frac{1}{2} \rho (v_1^2 - v_2^2) = P_2 = [3 \times 10^5 + 500(6^2 - 24^2)] \text{ Pa}$$

$$P_2 = 30,000 \text{ Pa}$$





### Aplicaciones de la ecuación de Bernoulli.

Al hecho de que la presión que ejerce un fluido depende de la velocidad con que fluye, se le han encontrado varias aplicaciones. Algunas de ellas se detallan a continuación:

#### Teorema de Torricelli

La ecuación de Bernoulli puede ser aplicada para obtener la velocidad de salida de un líquido contenido en un recipiente, al cual se le hace un orificio en algún punto por debajo del nivel al que se encuentra la superficie libre del fluido.

Si tomamos como punto inicial 1, un punto ubicado en la superficie libre y como punto 2, el punto en el cual se encuentra el orificio y aplicamos la ecuación de Bernoulli, tenemos:

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

En este caso se pueden hacer las siguientes consideraciones:

- A) La velocidad del líquido en el punto superior podemos considerarla insignificante comparada con la velocidad de salida en el punto inferior. Por lo tanto, el término  $\frac{v_1^2}{2}$ , podemos despreciarlo:
- B) Debido a que el punto 2 se encuentra en el fondo del recipiente, prácticamente la altura  $h_2$  es igual a cero, por lo que también el término “ $gh_2$ ” podemos eliminarlo.
- C) La energía de presión es provocada por la presión atmosférica y dicha presión es la misma tanto en el punto que está en la superficie, como el punto que está en el fondo del recipiente. En consecuencia, los términos  $\frac{P_1}{\rho}$  y  $\frac{P_2}{\rho}$  son iguales y pueden también eliminarse.

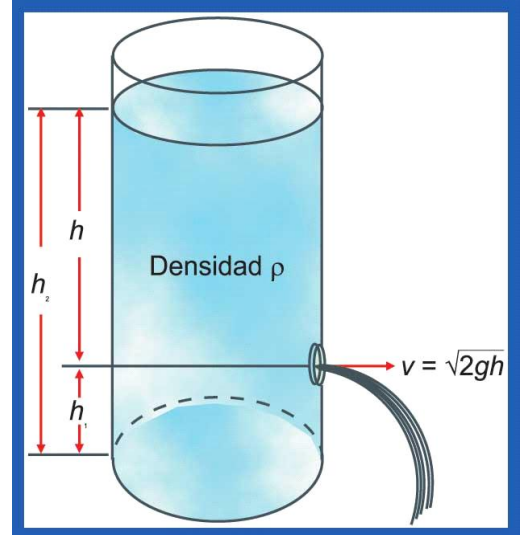
Por tanto, de la ecuación de Bernoulli sólo nos quedan los siguientes términos:

$$gh_1 = \frac{v_2^2}{2}, \text{ de donde despejando la velocidad de salida del fluido en el punto inferior nos queda: } v_2 = \sqrt{2gh_1}$$

Esta ecuación fue deducida por nuestro ya citado físico italiano Evangelista Torricelli, quien resume su resultado en el teorema que lleva su nombre:

*“La velocidad con la que un líquido sale por un orificio de un recipiente, es igual a la que adquiriría un cuerpo que se dejara caer libremente desde la superficie libre del líquido, hasta el nivel en que se encuentra el orificio”.*

**Teorema de Torricelli**

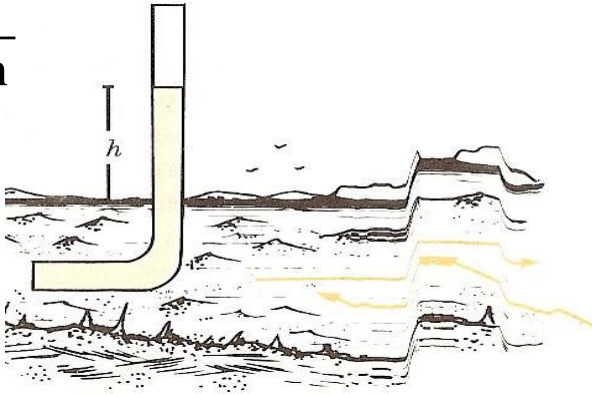


La velocidad de salida de un líquido depende de su densidad y de la altura o profundidad a la que se encuentra el orificio de salida

### Tubo de Pitot

El tubo tiene una forma de L y al introducirse en el líquido en movimiento (como las aguas de un río), debido a la presión, el agua se eleva en el tubo hasta alcanzar cierta altura sobre la superficie de la corriente. Conociendo esta altura, la velocidad del fluido se obtiene con el Teorema de Torricelli:

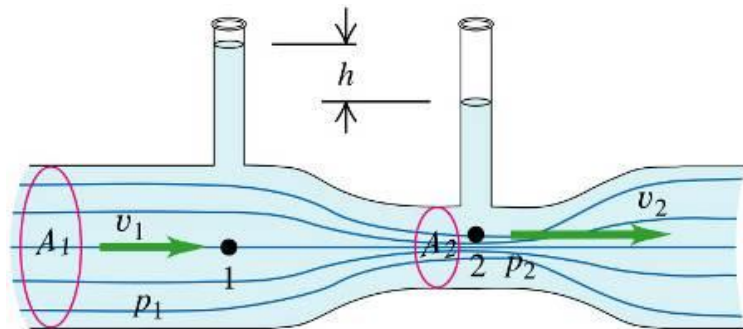
$$v = \sqrt{2gh}$$



Las aeronaves utilizan tubos de pitot para medir la velocidad del aire.

### Tubo de Venturi

El efecto Venturi (también conocido tubo de Venturi) consiste en que un fluido en movimiento dentro de un conducto cerrado disminuye su presión al aumentar la velocidad después de pasar por una zona de sección menor, llamada "garganta". Si en esta parte estrecha se introduce el extremo de otro conducto o tubo, se produce una aspiración del fluido contenido en él. Este efecto, demostrado en 1797, recibe su nombre del físico italiano: Giovanni Battista Venturi (1746-1822).



Se puede deducir una expresión para la rapidez de flujo  $v_1$  en función de las áreas transversales  $A_1$  y  $A_2$  y la diferencia de altura  $h$  en los tubos verticales, quedando:

$$v_1 = \sqrt{\frac{2gh}{(A_1/A_2)^2 - 1}}$$

De esta fórmula, podemos concluir que entre mayor sea la diferencia de alturas entre los dos tubos, mayor debe ser la velocidad del fluido en el estrechamiento. También podemos ver (un poco más difícilmente) que a mayor diferencia entre las áreas 1 y 2, es mayor la velocidad en la parte estrecha.



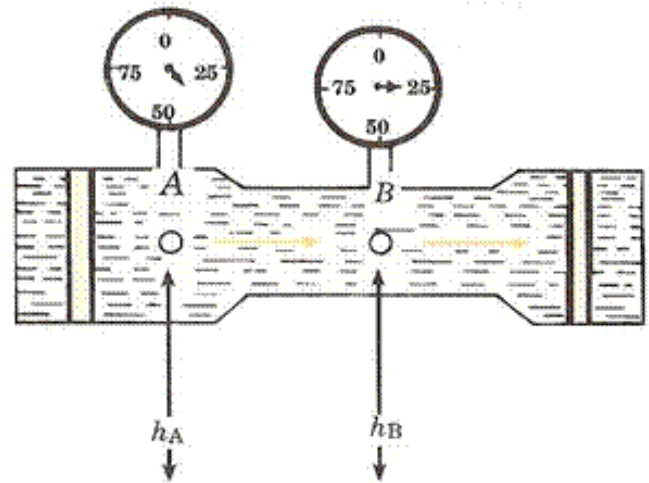
Giovanni Battista Venturi



Se pueden medir directamente las presiones en la parte normal y en la parte angosta del conducto, colocando manómetros en dichas partes.

Se puede demostrar que aplicando la ecuación de Bernoulli, la velocidad del líquido se obtiene con la siguiente expresión:

$$V_A = \sqrt{\frac{2(P_A - P_B)}{\rho \left( \frac{A_A^2}{A_B^2} - 1 \right)}}$$



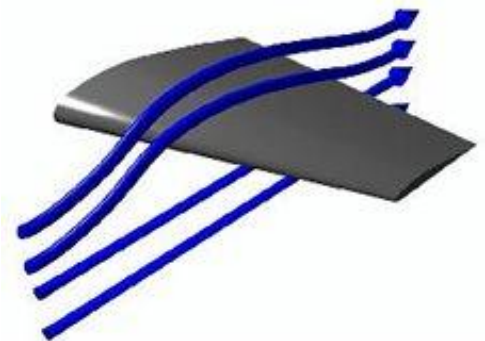
Además de determinar la velocidad de los fluidos en un conducto, el efecto Venturi tiene otras aplicaciones: el suministro de gasolina de un motor con carburador se consigue utilizando un tubo de Venturi; los rociadores o atomizadores, como los utilizados para pintar, también aplican este efecto.

### Sustentación de los aviones

Las alas de un avión son curvas en la parte superior y planas en la parte inferior. Esto hace que al moverse en el aire, la velocidad del mismo sea mayor en la parte superior que en la inferior, como lo muestran las líneas de corriente de la figura.

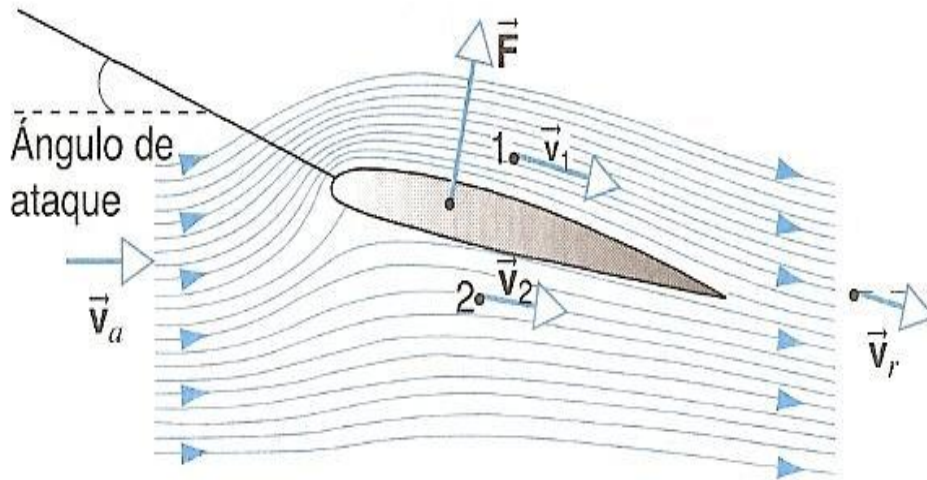
De acuerdo con la ecuación de Bernoulli, la presión en la parte inferior del ala será mayor que en la parte superior, dando como resultante una fuerza de empuje ascendente o de sustentación. Mientras mayor es la diferencia de presiones, mayor será el empuje ascendente

La sustentación depende de la velocidad relativa entre el aire y el avión, así como del ángulo formado entre el ala y la horizontal, ya que al aumentar este ángulo la turbulencia que se produce en la parte superior del ala disminuye la sustentación que predice la ecuación de Bernoulli.



Flujo de aire en el ala de un avión

El empuje que recibe un sólido en virtud de que se mueve a través de un fluido se le llama **empuje dinámico**, y no debe confundirse con el empuje estático del que habla el Principio de Arquímedes.

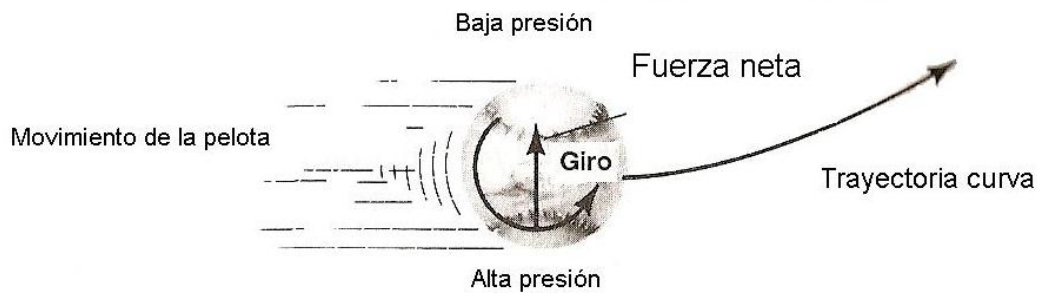
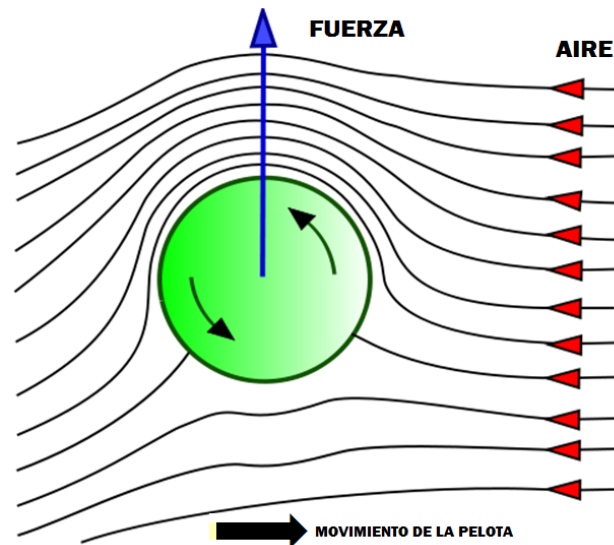


La mayor velocidad en la parte superior del ala de un avión, hace que la presión en la parte de abajo del ala sea mayor que en la parte superior. Esto produce una fuerza resultante hacia arriba que es la que sustenta al avión.

### Otras aplicaciones

La ecuación de Bernoulli explica asimismo otros efectos muy curiosos y sorprendentes como los siguientes:

- La presión atmosférica no se incrementa durante un tornado, ventarrón o huracán, sino por el contrario, disminuye, esto debido a que la velocidad del aire es mayor que en condiciones normales.
- Las "curvas" lanzadas por los lanzadores en el béisbol también son consecuencia del Principio de Bernoulli. La rotación que se le imprime a la pelota en el momento de lanzamiento da como resultado que parte del aire sea arrastrado por la pelota, debido a la aspereza de su superficie (costuras pronunciadas aumentan el efecto).



Durante su rotación, la velocidad del aire es mayor por un lado de la pelota que por el otro (el lado donde el aire se mueve en la misma dirección de giro) y por lo tanto, la presión es menor en ese lado que en el lado opuesto, dando como resultado una fuerza neta, que obliga a la pelota a seguir un movimiento curvo.



- C) Si hay un cambio brusco en la velocidad, también habrá un cambio brusco en la presión, que puede ocasionar serios problemas.

Por esta razón, las llaves del agua son de rosca, ya que con esto se disminuye de manera gradual la velocidad del flujo del agua. Como la velocidad final será cero, la ecuación de Bernoulli predice que:

$$P_1 + \rho v_1^2/2 = P_2 + \rho v_2^2/2,$$

Como  $v_2 = 0$ , entonces:

$$P_2 - P_1 = \rho v_1^2/2$$

Es decir, el cambio de presión es proporcional a la densidad del agua y al cuadrado de su velocidad. Un cambio brusco en la velocidad de flujo del agua provoca un cambio de presión muy grande y puede causar la rotura de la llave; pero si el cambio de velocidad es gradual, el cambio de presión no es tan brusco ni peligroso.

En fin, hay muchos otros efectos y fenómenos interesantes y sorprendentes que son explicados por el Principio y la Ecuación de Bernoulli. Seguramente los aquí expuestos, te habrán de motivar a investigar otros por tu propia cuenta.

### Actividad: 3

**Resuelvan en equipos de 5 los siguientes problemas:**



- Una corriente de agua se mueve en una tubería cuya sección transversal tiene área de  $4 \text{ cm}^2$ , con velocidad de  $5 \text{ m/s}$ . La tubería desciende gradualmente  $10$  metros, aumentando el área de su sección transversal a  $8 \text{ cm}^2$ . Calculen:

a) La velocidad del agua en el nivel más bajo.

b) La presión en la sección inferior del tubo, si la presión en la sección de arriba es de  $1.5 \times 10^5 \text{ Pa}$ .





### Actividad: 3 (continuación)

2. Si la velocidad del flujo de aire en la parte inferior del ala de un avión, es de 110 m/s, ¿cuál será la velocidad sobre la parte superior para que provoque una presión de sustentación de 900 Pa? La densidad del aire la consideraremos  $1.3 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3$ .
  
3. Una tubería tiene un diámetro de 6 cm en una sección. En otra sección del mismo tubo el diámetro se reduce a 4 cm. Si por dicho tubo fluye un líquido cuya densidad es de  $0.95 \text{ g/cm}^3$  y la presión en la primera sección es mayor en 160 Pa que la presión en la segunda sección, ¿cuál es la velocidad del líquido en cada sección?

Realicen en equipos de 5 integrantes, el siguiente ejercicio. Comparen su resultado con los demás equipos y coméntenlos con su profesor.

- A) Tomen una hoja de papel y sosténganla con las dos manos a la altura de tu boca, como se muestra en la figura.
- B) Analicen con los compañeros lo que ocurriría si soplaran por encima de la hoja. ¿La hoja ascenderá o descenderá?
- C) Ahora observen lo que ocurre, soplando aire fuertemente por la parte superior de la hoja. ¿Resultó cierta la suposición anterior? ¿La hoja ascendió o descendió?

Analicen con sus compañeros y citen dos casos más en los que se aplica este principio.





Actividad: 3 (continuación)



Large empty rectangular area for student work.



Evaluación					
Actividad: 3	Producto: Ejercicio.			Puntaje:	
Saberes					
Conceptual	Procedimental			Actitudinal	
Comprende los elementos que integran la ecuación de Bernoulli.	Aplica en ejercicios cotidianos, El principio de Bernoulli.			Resuelve con seguridad el ejercicio.	
Coevaluación	C	MC	NC	Calificación otorgada por el docente	

## ■ Cierre



### Actividad: 4

**En forma individual, selecciona la respuesta correcta de cada una de las siguientes preguntas:**

- Son las características del flujo o movimiento de un fluido ideal:
  - No viscoso, Rotacional, Compresible, Turbulento.
  - Incompresible, no viscoso, irrotacional, estacionario.
  - Compresible, no viscoso, irrotacional, estacionario.
  - No viscoso, irrotacional, incompresible, turbulento.
- Por una manguera fluye agua a razón de 125 litros/min, mientras que por un tubo el agua fluye a razón de  $0.002 \text{ m}^3/\text{s}$ . Por lo tanto:
  - El gasto es mayor por la manguera que por el tubo.
  - El gasto es mayor por el tubo que por la manguera.
  - El gasto es igual por el tubo y por la manguera.
  - No se puede conocer cuál gasto es mayor.
- ¿Cuál es la velocidad de un líquido que se mueve por una tubería cuya sección transversal tiene un área de  $5 \text{ cm}^2$ , si el gasto que se presenta es de  $0.065 \text{ m}^3/\text{s}$ ?
  - $0.077 \text{ m/s}$ .
  - $7.7 \text{ m/s}$ .
  - $11 \text{ m/s}$ .
  - $110 \text{ m/s}$ .
- En un recipiente cilíndrico que contiene petróleo hay una llave 5 metros por debajo de la superficie libre de dicho líquido. La velocidad del chorro será de:
  - $9.9 \text{ m/s}$ .
  - $10.0 \text{ m/s}$ .
  - $98 \text{ m/s}$ .
  - $196 \text{ m/s}$ .
- Una manguera por la que fluye agua sufre una reducción del área de su sección transversal mediante una boquilla. Según la Ecuación de Bernoulli:
  - En la parte más angosta es mayor la velocidad del agua y la presión que ejerce.
  - En la parte más angosta es menor la velocidad del agua, pero mayor la presión.
  - En la parte más gruesa es menor la velocidad del agua y la presión que ejerce.
  - En la parte más gruesa es menor la velocidad del agua, pero mayor la presión.









### Actividad: 4

3. El diámetro de un gasoducto en una sección es de 10 cm, pero se reduce a 6 cm en otra sección. Si por ese tubo fluye gasolina cuya densidad es de  $680 \text{ kg/m}^3$  y en la sección más angosta la presión es 180 Pa menor que en la sección más ancha, obtener la velocidad de flujo en cada sección.



Evaluación					
Actividad: 4	Producto: Ejercicio de opción múltiple.			Puntaje:	
Saberes					
Conceptual	Procedimental			Actitudinal	
Reconoce la importancia y utilidad de la Hidrodinámica.	Analiza la importancia y utilidad de la Hidrodinámica.			Asume con responsabilidad el estudio de la Hidrodinámica.	
Autoevaluación	C	MC	NC	Calificación otorgada por el docente	



## Distingue entre calor y temperatura entre los diferentes cuerpos

### Unidad de competencia:

Analiza las formas de intercambio de calor entre los cuerpos, las leyes que rigen la transferencia del mismo y el impacto que este tiene en el desarrollo de la tecnología en la sociedad.

### Atributos a desarrollar en el bloque:

- 4.1 Expresa ideas y conceptos mediante representaciones lingüísticas, Matemáticas o gráficas.
- 5.1 Sigue instrucciones y procedimientos de manera reflexiva, comprendiendo cómo cada uno de sus pasos contribuye al alcance de un objetivo.
- 5.2 Ordena información de acuerdo a categorías, jerarquías y relaciones.
- 5.3 Identifica los sistemas y reglas o principios medulares que subyacen a una serie de fenómenos.
- 5.4 Construye hipótesis y diseña y aplica modelos para probar su validez.
- 5.6 Utiliza las tecnologías de la información y comunicación para procesar e interpretar información.
- 6.1 Elige las fuentes de información más relevantes para un propósito específico y discrimina entre ellas de acuerdo a su relevancia y confiabilidad.
- 6.3 Reconoce los propios prejuicios, modifica sus propios puntos de vista al conocer nuevas evidencias, e integra nuevos conocimientos y perspectivas al acervo con el que cuenta.
- 7.1 Define metas y da seguimiento a sus procesos de construcción de conocimientos.
- 8.1 Propone manera de solucionar un problema y desarrolla un proyecto en equipo, definiendo un curso de acción con pasos específicos.
- 8.2 Aporta puntos de vista con apertura y considera los de otras personas de manera reflexiva.
- 8.3 Asume una actitud constructiva, congruente con los conocimientos y habilidades con los que cuenta dentro de distintos equipos de trabajo.

**Tiempo asignado: 20 horas**

## Secuencia didáctica 1. Calor y temperatura.

### ► Inicio



#### Actividad: 1

En binas, respondan las siguientes preguntas y comenten las respuestas en forma grupal.

1. ¿Qué entienden por “calor”?



2. ¿Qué creen que es la temperatura?



3. ¿Cómo podemos medir el calor?



4. ¿En qué se basa el funcionamiento de un termómetro?



Evaluación					
Actividad:1	Producto: Cuestionario.			Puntaje:	
Saberes					
Conceptual	Procedimental			Actitudinal	
Reconoce la importancia del calor y la temperatura en el estudio de la Física.	Ubica la importancia del calor y la temperatura en el estudio de la Física.			Atiende las indicaciones del docente, para la resolución del cuestionario.	
Coevaluación	C	MC	NC	Calificación otorgada por el docente	



## ► Desarrollo

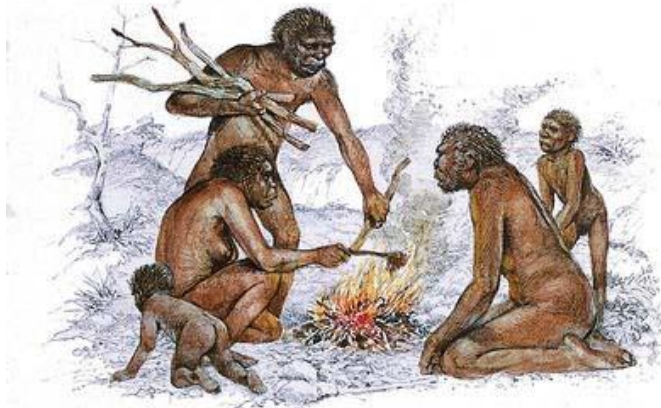
### Calor y temperatura.

La sensación de calor o frío está estrechamente relacionada con nuestra vida cotidiana. El hombre primitivo le atribuía propiedades maravillosas al fuego, por lo cual lo consideraba un dios.

Hacia el siglo XVIII se pensaba que el calor era una sustancia que formaba parte de los cuerpos y que podía fluir de un cuerpo a otro, y a eso se le daba el nombre de calórico. El calórico era una sustancia que al salir enfriaba a un cuerpo, mientras que al entrar lo calentaba; así se creó una teoría que perduró durante muchos años. En la metalurgia se creía que, al enfriar un trozo de hierro con agua, el calórico fluía del metal al agua o que si un pedazo de madera ardía hasta consumirse, el calórico escapaba y fluía hacia otros cuerpos. La idea generalizada era que todos los cuerpos contenían calórico en mayor o menor medida. Todavía en el siglo XVIII, no se contaba con una forma de medir con exactitud lo caliente o lo frío de un cuerpo. Un médico estimaba cuánta fiebre tenía un paciente, tocando su frente; un panadero calculaba lo caliente de su horno por el color de las brasas. Lo riguroso del frío invernal se determinaba por el espesor del hielo en los estanques congelados. Era necesaria una forma exacta de describir lo caliente y lo frío de las cosas.



Huehuetéotl-Xiuhtecuhtli era el dios viejo y del fuego de la mitología azteca



refrigeración, facilita el comercio de productos alimenticios entre distintos países, incluso cuando están geográficamente muy alejados. El uso de los diversos tratamientos térmicos facilita la existencia de productos sanos de larga vida comercial. El calor inactiva o destruye a muchos microbios y por ello conviene saber usarlo adecuadamente. Una mala aplicación en el ámbito doméstico o en el industrial puede provocar efectos contrarios a los deseados. La aplicación del calor en los alimentos tiene varios objetivos. Uno de ellos es convertir a los alimentos en digestibles, hacerlos apetitosos y mantenerlos a una temperatura agradable para comerlos.

La aplicación de calor a los alimentos se remonta a los tiempos en que el ser humano descubrió cómo hacer fuego y observó empíricamente los beneficios que esta práctica aportaba. Actualmente, el calor es uno de los tratamientos que hacen posible la existencia de productos sanos de larga vida comercial. El tratamiento térmico permite que las conservas puedan almacenar el producto a temperatura ambiente, garantizando su seguridad. Asimismo, el uso de los diversos tratamientos térmicos, junto con otras tecnologías como la



Del mismo modo, los tratamientos térmicos persiguen destruir agentes biológicos, como bacterias, virus y parásitos con la finalidad de obtener productos más sanos; conseguir productos que tengan una vida comercial más larga, debido fundamentalmente a la eliminación o reducción de los microorganismos causantes de la alteración de los alimentos; y disminuir la actividad de otros factores que afectan a la calidad de los alimentos, como determinadas enzimas (por ejemplo, las que producen el oscurecimiento de los vegetales cuando éstos son cortados).



## Temperatura.

¿Por casualidad eres de las personas que prefiere ponerse una chamarra cuando los demás están listos para vestir el traje de baño? ¿Duermes con lo menos posible en la noche, cuando las demás personas tienen frío aun bajo tres cobijas? Esto significa que los términos "frío" y "caliente" son relativos y específicos para cada persona.



Para reafirmar lo anterior, te invitamos a realizar un pequeño experimento que es sencillo y rápido: llena tres recipientes grandes, uno con agua caliente (¡no tanto que pueda quemar!), otro con agua fría, y el tercero con agua tibia. Sumerge tu mano en el recipiente con agua caliente y la otra mano en el que contiene agua fría durante algunos segundos. Inmediatamente después sumerge ambas manos en el agua tibia: sentirás el agua caliente en la mano que antes estaba en el agua fría y sentirás el agua fría en la mano que sacaste del agua caliente. Esta experiencia nos muestra que, además de lo relativo de los términos "caliente" y "frío", nuestros sentidos pueden engañarnos, ya que percibimos dos sensaciones diferentes de calor para una misma temperatura.



Por lo anteriormente visto, es necesario establecer una definición más precisa de lo que es el calor y la temperatura, de tal manera que podamos medir esas cantidades de una forma que no confunda, como lo hacen nuestros sentidos

## Las nociones de temperatura.

Las nociones científicas de calor y temperatura se apoyan en la idea que nos transmiten nuestros propios sentidos. Así, esa sensación del tacto, que permite clasificar los cuerpos en fríos y calientes, da lugar a la idea de temperatura y por extensión a la de calor. Sin embargo, la Física va más allá de estas nociones intuitivas y busca representaciones que puedan ser expresadas en forma numérica, esto es, como magnitudes o atributos medibles.

La experiencia demuestra que cuando dos cuerpos, uno frío y otro caliente, se ponen en contacto durante un tiempo prolongado, terminan por alcanzar un estado de equilibrio entre ambos que se denomina *equilibrio térmico*. En ese estado no es posible distinguir cuál de ambos está más frío y cuál más caliente. La propiedad que tienen en común los cuerpos que se encuentran en equilibrio térmico es precisamente la temperatura.

Esta noción de temperatura hace referencia a fenómenos observables y facilita un estudio científico de los mismos, pero no explica en qué consiste realmente esa magnitud que, aparentemente, no mantiene relación alguna con las otras magnitudes de la Física como la longitud, la masa, el tiempo o la fuerza, por ejemplo.

El desarrollo de una teoría cinética para la materia proporcionó una explicación a la noción de temperatura y a otros conceptos clave para la comprensión de los fenómenos caloríficos.



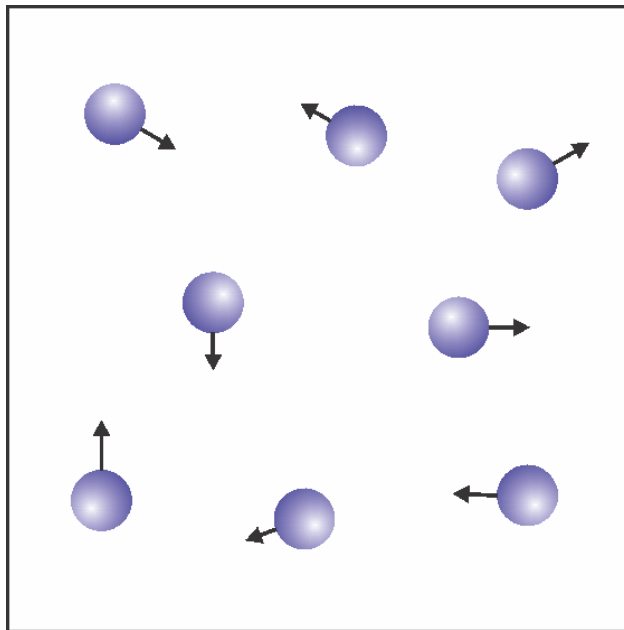
La *teoría cinético-molecular* de la materia recibe ese nombre porque admite que las diferentes partículas, átomos y moléculas, que constituyen las sustancias están en continuo movimiento (en griego *kinesis* significa movimiento). En los cuerpos sólidos este movimiento es de vibración en torno a puntos fijos o de equilibrio. En los gases el movimiento es desordenado y zigzagueante, a consecuencia de los choques de las moléculas del gas entre sí y con el recipiente que las contiene. En los líquidos, como estado intermedio, pueden darse ambos tipos de movimientos moleculares.

La teoría cinético-molecular establece que la energía asociada a esos movimientos moleculares internos es la responsable de los fenómenos caloríficos, y llega a demostrar que cuando se promedian las energías cinéticas individuales de las partículas en movimiento, la energía que resulta es directamente proporcional a algo que llamamos temperatura absoluta del cuerpo. La anterior conclusión puede expresarse en la forma:

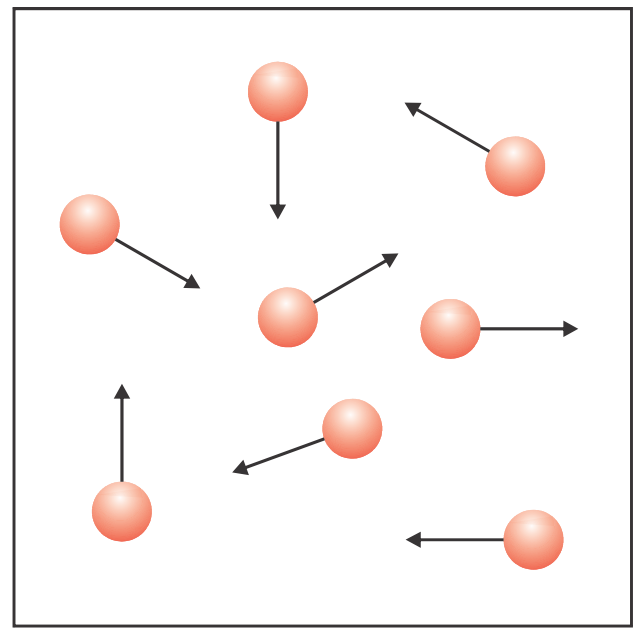
$$T \propto E_c$$

Donde "T" es la temperatura absoluta del cuerpo,  $\alpha$  el símbolo de proporcionalidad directa y  $E_c$  es la energía cinética promedio de las partículas que componen el cuerpo.

La teoría cinética nos explica que la temperatura es una medida del nivel de agitación térmica o interna de las partículas que constituyen un cuerpo, nivel expresado por el valor de su energía cinética media. Cuanto mayor es la energía media de agitación molecular, tanto mayor es la temperatura que detecta la sensibilidad del hombre y que miden los termómetros.



Gas a temperatura baja, con una energía cinética media reducida



Gas a temperatura alta, con una energía cinética media elevada

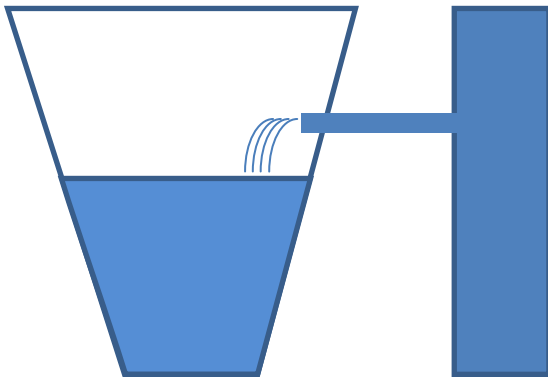
Esto significa que si la energía cinética de las partículas fuera cero, es decir, que no tuvieran movimiento, entonces la temperatura absoluta sería cero.

### Energía térmica y calor.

La *energía térmica* es la forma de energía que interviene en los fenómenos caloríficos. Cuando dos cuerpos a diferentes temperaturas se ponen en contacto, el caliente comunica energía al frío; el tipo de energía que se cede de un cuerpo a otro como consecuencia de una diferencia de temperaturas es precisamente la energía térmica.



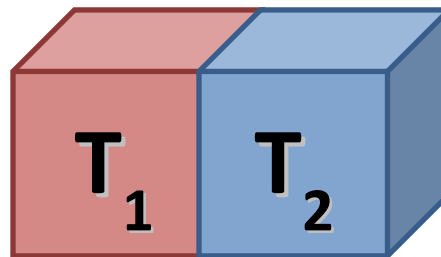
Según el enfoque característico de la teoría cinético-molecular, la energía térmica de un cuerpo es la energía resultante de sumar todas las energías mecánicas asociadas a los movimientos de las diferentes partículas que lo componen. Se trata de una magnitud que no se puede medir en términos absolutos, pero es posible, sin embargo, determinar sus variaciones. La cantidad de energía térmica que un cuerpo pierde o gana en contacto con otro a diferente temperatura recibe el nombre de *calor*. El calor constituye, por tanto, una medida de la energía térmica puesta en juego en los fenómenos caloríficos.



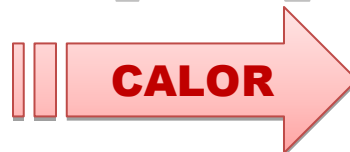
Una comparación con la hidráulica permite aclarar las diferencias entre los conceptos de temperatura, calor y energía térmica. Se dispone de dos recipientes cilíndricos de igual altura situados en una mesa horizontal, la superficie de cuyas bases están en la relación de uno a diez. Se trata de un vaso y de una probeta. Si se llena completamente de agua la probeta y el vaso sólo hasta la mitad, debido a su distinta capacidad, el primer recipiente contendrá cinco veces menos agua que el segundo. A pesar de ello, si se conectaran entre sí mediante un tubo de goma, el agua fluiría de la probeta al vaso y no al revés. La transferencia de agua de un recipiente al otro se ha llevado a cabo en virtud no del volumen almacenado, sino del nivel alcanzado por el agua en cada uno de ellos antes de comunicarlos.

En el caso de los fenómenos caloríficos la transferencia de energía térmica se produce de un modo semejante, puesto que ésta se cede no del cuerpo que almacena más energía térmica al cuerpo que almacena menos, sino del de mayor al de menor temperatura. La temperatura puede ser asimilada por tanto al nivel de energía térmica, y el calor puede ser comparado con la cantidad de agua que un recipiente cede al otro al comunicarlos entre sí.

Calor es la energía que se transfiere entre dos cuerpos, debido a la diferencia de temperatura entre ellos



$$T_1 > T_2$$



La energía térmica fluye del cuerpo con mayor temperatura al cuerpo con menor temperatura





Supongamos que calentamos en la estufa un recipiente con agua. El quemador transfiere energía al agua y su energía interna aumenta. Es incorrecto (en Física) decir que el agua va teniendo más calor. En otro ejemplo, si en una recámara tenemos encendido en aire acondicionado y abrimos la puerta, es incorrecto decir que “se sale el frío”. Lo que sucede es que hay una transferencia de energía térmica del exterior hacia el interior de la recámara.

La interpretación, desde el punto de vista de la teoría cinética, puede facilitarse si se comparan las moléculas de los cuerpos con bolas en movimiento. Cuando dos cuerpos se ponen en contacto se produce una cesión de energía a nivel molecular. El cuerpo de mayor temperatura poseerá moléculas con mayor energía cinética que podrán ceder a las del cuerpo de menor temperatura, del mismo modo que una bola rápida que choca con una lenta la acelera; este tránsito de energía mecánica microscópica, cuyo efecto conjunto es el calor, se mantendrá en tanto aquéllas no se igualen.

Utilizando de nuevo el símil de las canicas, un conjunto de treinta bolas que se mueven despacio no pueden ceder energía cinética por choques a una sola bola que se mueva más de prisa. Por el contrario, tras una colisión, la bola única cedería energía a alguna o algunas del conjunto de treinta. La energía total del grupo es seguramente muy superior a la de la bola única, sin embargo y a efectos de transferencia, lo que cuenta es la energía media por bola. Análogamente, si un vaso de agua hirviendo se arroja al mar a pesar de ser éste un importante almacén de energía térmica, la cesión de calor se producirá del agua del vaso a la del mar y no al contrario.

La idea que sobre la temperatura introduce la teoría cinética al definirla como una medida de la energía cinética media de las moléculas, permite, pues, explicar por qué las transferencias de calor se producen siempre en el sentido de mayor a menor temperatura.

**Unidades de calor.**

Dado que el calor es energía, sus unidades serán Joules (J), Ergios (Ergs) o Libras-pie (lb-ft). Como ya sabemos, el Joule es la unidad aceptada en el Sistema Internacional de Unidades.

Sin embargo, la primera unidad que se manejó fue la caloría, la cual se define como la cantidad de energía calorífica necesaria para elevar un grado Celsius la temperatura de un gramo de agua pura, desde 14.5 °C a 15.5 °C, a una presión normal de una atmósfera.

La caloría grande o caloría-kilogramo, representa la energía calorífica necesaria para elevar en un grado Celsius la temperatura de un kilogramo de agua. Esta definición corresponde a la kilocaloría propiamente dicha. Esta caloría se empleaba antiguamente en Biología, Medicina y Nutrición, y se le asignaba el símbolo "Cal" (con C mayúscula) para diferenciarla de la caloría propiamente dicha, de símbolo "cal".

Esta mala costumbre ya está prácticamente erradicada como consecuencia de la rigurosa aplicación de las leyes referentes al etiquetado de alimentos, al menos en los países más desarrollados. La información que aparece en las etiquetas de los alimentos es indicativa del valor energético que poseen algunos alimentos y suele expresarse en kcal/kg y en kJ/kg (kilocalorías o kilojulios por kilogramo de alimento), o también en raciones de 100 gramos o en las que correspondan a una dieta normal.

En el sistema inglés se utiliza mucho la **Unidad Térmica Británica** (BTU), que Es la cantidad de calor que se requiere para aumentar en un grado Fahrenheit la temperatura de una libra de agua

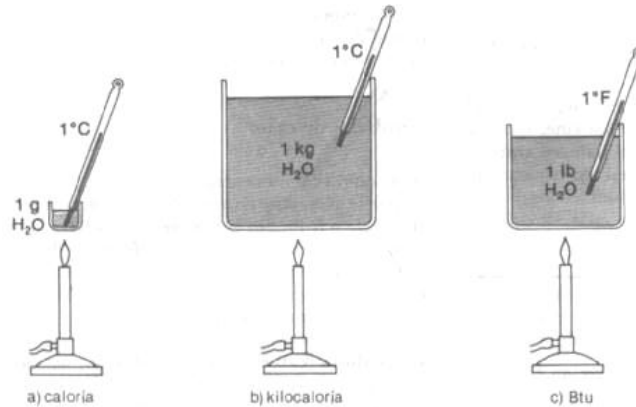


<b>Información Nutricional</b>	
Tamaño de la Porción: 10 g	
Número de Porciones: 39	
	<b>Por Porción</b>
<b>Cont. Energético</b>	312,9 kJ (74,1 kcal)
<b>Proteínas</b>	0,1 g
<b>Grasas (lípidos) del cual:</b>	8,1 g
Grasa Poliinsaturada del cual:	4,7 g
Omega 3*	0,5 g
Grasa Monoinsaturada	1,9 g
Grasa Saturada	1,2 g
<b>Colesterol</b>	8 mg
<b>Carbohidratos (hidratos de carbono)</b>	0,2 g
<b>Sodio</b>	0,06 g
<b>Porcentaje de la Ingesta Diaria Recomendada de acuerdo a la NOM-051-SCFI-1994</b>	
Vitamina E	5 %

Mediante un experimento William Thomson transfiere energía mecánica a un recipiente con agua logrando un aumento en la temperatura de ésta, verificando que el calor es una forma de energía. Thomson obtuvo que la equivalencia entre la energía mecánica y la energía calorífica es la siguiente: 1 caloría = 4.18 Joules.

### Equivalentes mecánicos del calor

1 cal	4.186 J
1 Kcal	4,186 J
1 Kcal	1000 cal
1BTU	778 lb-ft
1BTU	1,054 J
1BTU	252 cal
1BTU	0.252 Kcal



### Ejemplo:

Una muchacha se sirve 1000 kcal en alimentos, los que luego quiere perder levantando pesas de 25 kg hasta una altura de 1.8 m. Calcula el número de veces que debe levantar las pesas para perder la misma cantidad de energía que adquirió en alimentos y el tiempo que debe estar haciendo el ejercicio.

Solución:

Para perder las 1000 kcal, la muchacha debe realizar la misma cantidad de trabajo mecánico, es decir  $W = 1000 \text{ kcal}$ . Transformando este valor al SI:

$$W = (1000 \text{ kcal}) \left( \frac{1000 \text{ cal}}{1 \text{ kcal}} \right) \left( \frac{4.186 \text{ J}}{1 \text{ cal}} \right) = 4.186 \times 10^6 \text{ J}$$

Esta es la cantidad de trabajo que debe ser realizado levantando pesas de 25 kg. El trabajo en un solo levantamiento hasta 1.8 m es:

$$W_1 = mgh = (25 \text{ kg}) (9.8 \text{ m/s}^2) (1.8 \text{ m}) = 441 \text{ J}$$

Como el trabajo  $W_1$  debe ser realizado  $n$  veces hasta completar la cantidad  $W$ , entonces  $W = nW_1$ , despejando  $n$ ,

$$n = \frac{W}{W_1} = \frac{4.186 \times 10^6 \text{ J}}{441 \text{ J}} = 9492 \text{ veces}$$

Supongamos que la muchacha es muy rápida para levantar pesas, tal que produce un levantamiento cada 5 segundos, entonces el tiempo total del ejercicio es:

$$t = (9492) (5 \text{ s}) \left( \frac{1 \text{ hr}}{3600 \text{ s}} \right) = 13.2 \text{ hr}$$

Obviamente, es más fácil bajar de "peso" haciendo dieta.





## La medida de la temperatura.

A partir de la sensación fisiológica, es posible hacerse una idea aproximada de la temperatura a la que se encuentra un objeto. Pero esa apreciación directa está limitada por diferentes factores; así el intervalo de temperaturas a lo largo del cual esto es posible es pequeño; además, para una misma temperatura la sensación correspondiente puede variar según se haya estado previamente en contacto con otros cuerpos más calientes o más fríos y, por si fuera poco, no es posible expresar con precisión en forma de cantidad los resultados de este tipo de apreciaciones subjetivas. Por ello para medir temperaturas se recurre a los termómetros.

## Escalas termométricas.

En todo cuerpo material, la variación de la temperatura va acompañada de la correspondiente variación de otras propiedades medibles, de modo que a cada valor de aquélla le corresponde un solo valor de ésta. Tal es el caso de la longitud de una varilla metálica, de la resistencia eléctrica de un metal, de la presión de un gas, del volumen de un líquido, etc. Estas magnitudes cuya variación está ligada a la de la temperatura se denominan *propiedades termométricas*, porque pueden ser empleadas en la construcción de termómetros.

Para definir una escala de temperaturas es necesario elegir una propiedad termométrica que reúna las siguientes condiciones:

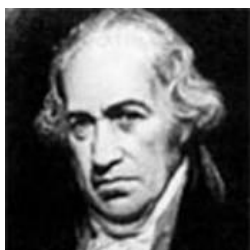
- La expresión matemática de la relación entre la propiedad y la temperatura debe ser conocida.
- La propiedad termométrica debe ser lo bastante sensible a las variaciones de temperatura como para poder detectar, con una precisión aceptable, pequeños cambios térmicos.
- El rango de temperatura accesible debe ser suficientemente grande.

Una vez que la propiedad termométrica ha sido elegida, la elaboración de una *escala termométrica* o de temperaturas lleva consigo, al menos, dos operaciones; por una parte, la determinación de los puntos fijos o temperaturas de referencia que permanecen constantes en la naturaleza y, por otra, la división del intervalo de temperaturas correspondiente a tales puntos fijos en unidades o grados.

Anders Celsius (1701–1744) fue un astrónomo suizo que inventó la escala centígrada en 1742. Celsius escogió el punto de fusión del hielo y el punto de ebullición del agua como sus dos temperaturas de referencia para dar con un método simple y consistente de un termómetro de calibración. Celsius dividió la diferencia en la temperatura entre el punto de congelamiento y de ebullición del agua en 100 grados (de ahí el nombre centi, que quiere decir cien, y grado). Después de la muerte de Celsius, la escala centígrada fue llamada escala Celsius y el punto de congelamiento del agua se fijó en  $0^{\circ}\text{C}$  y el punto de ebullición del agua en  $100^{\circ}\text{C}$ .



Un problema práctico de cualquier termómetro es su rango limitado de temperaturas. Por ejemplo, como el mercurio se congela a  $-39^{\circ}\text{C}$ , para asegurarse de medir temperaturas menores que estas, se usan los termómetros de alcohol, que se congela a  $-130^{\circ}\text{C}$ .



En los países anglosajones se pueden encontrar aún termómetros graduados en grado Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ). Daniel Gabriel Fahrenheit (1686–1736) era un físico nacido en Polonia. Inventó el termómetro de alcohol en 1709 y el termómetro de mercurio en 1714. La escala de temperatura Fahrenheit fue desarrollada en 1724. Fahrenheit originalmente estableció una escala en la que la temperatura de una mezcla de hielo-agua-sal estaba fijada a 0 grados. La temperatura de una mezcla de hielo-agua (sin sal) estaba fijada a 30 grados y la temperatura del cuerpo humano a 96 grados. La escala Fahrenheit es comúnmente usada en Estados Unidos.



La escala *Fahrenheit* difiere de la Celsius tanto en los valores asignados a los puntos fijos, como en el tamaño de los grados. Así al primer punto fijo se le atribuye el valor 32 (fusión del agua) y al segundo el valor 212 (ebullición del agua). El rango de 100 grados en la escala Celsius corresponde a un rango de 180 grados en la escala Fahrenheit, por lo tanto, las relacionaremos como sigue:

$$180 \text{ divisiones de } ^\circ\text{F} = 100 \text{ divisiones de } ^\circ\text{C}$$

Esto quiere decir que por cada 5 divisiones Celsius, hay 9 divisiones Fahrenheit:



$$9 \text{ } ^\circ\text{F} = (5/9) (9) = 5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Y como el cero Celsius corresponde a 32 en la escala Fahrenheit:

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

Podemos poner la fórmula así:  $T_c = 5/9 (T_f - 32)$  o así:  $C = 5/9 (F - 32)$

Para pasar de  $^\circ\text{F}$  a  $^\circ\text{C}$ , se emplearía la ecuación:

$$\text{ } ^\circ\text{F} = 9/5 \text{ } ^\circ\text{C} + 32$$

donde F representa la temperatura expresada en grados Fahrenheit y C la expresada en grados Celsius o centígrados.



La escala de temperaturas adoptada por el SI es la llamada *escala absoluta o Kelvin*. En ella el tamaño de los grados es el mismo que en la Celsius, pero el cero de la escala se fija en el  $-273.15 \text{ } ^\circ\text{C}$ . Este punto llamado *cero absoluto de temperaturas* es tal que a dicha temperatura desaparece la agitación molecular, por lo que, según el significado que la teoría cinética atribuye a la magnitud temperatura, no tiene sentido hablar de valores inferiores a él. El cero absoluto constituye un límite inferior natural de temperaturas, lo que hace que en la escala Kelvin no existan temperaturas bajo cero (negativas). La relación con la escala Celsius viene dada por la ecuación:

$$\text{K} = \text{C} + 273.15$$

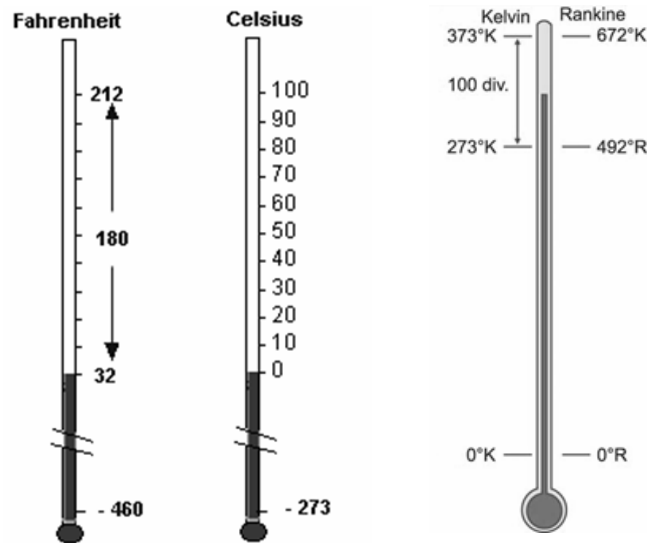
Donde K es la temperatura expresada en grados Kelvin o simplemente en Kelvin.



Existe otra escala de temperatura, llamada *escala Rankine*. Se denomina Rankine (símbolo R) a la escala de temperatura que se define midiendo en grados Fahrenheit sobre el cero absoluto, por lo que carece de valores negativos. Esta escala fue propuesta por el físico e ingeniero escocés William Rankine en 1859.

El grado Rankine tiene su punto de cero absoluto a  $-459,67 \text{ } ^\circ\text{F}$  y los intervalos de grado son idénticos al intervalo de grado Fahrenheit. Se obtienen con la siguiente fórmula:

$$\text{R} = \text{F} + 459.67$$



Ejemplo:

En Hermosillo, la temperatura ambiente en el mes de julio anda por los  $45^{\circ}\text{C}$ . Una persona que vive en Arizona quiere conocer esta temperatura en grados Fahrenheit, con los que él está familiarizado. Haz la conversión.

Solución:

$$F = \frac{9}{5} C + 32 = 1.8 \times 45 + 32 = 113^{\circ}\text{F}$$

### Efectos de la temperatura.

La temperatura desempeña un papel importante para determinar las condiciones de supervivencia de los seres vivos. Así, las aves y los mamíferos necesitan un rango muy limitado de temperatura corporal para poder sobrevivir, y tienen que estar protegidos de temperaturas extremas. Las especies acuáticas sólo pueden existir dentro de un estrecho rango de temperatura del agua, diferente según las especies. Por ejemplo, un aumento de sólo unos grados en la temperatura de un río como resultado del calor desprendido por una central eléctrica puede provocar la contaminación del agua y matar a la mayoría de los peces originarios.



Los cambios de temperatura también afectan de forma importante a las propiedades de todos los materiales. A temperaturas árticas, por ejemplo, el acero se vuelve quebradizo y se rompe fácilmente, y los líquidos se solidifican o se hacen muy viscosos, ofreciendo una elevada resistencia por rozamiento al flujo. A temperaturas elevadas, los materiales sólidos se licúan o se convierten en gases; los compuestos químicos se separan en sus componentes.

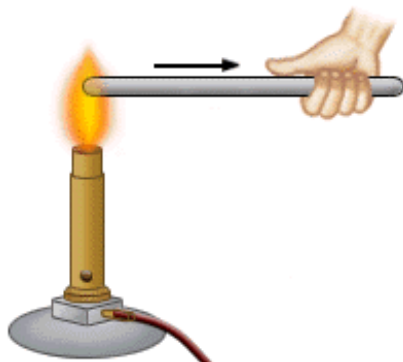


La temperatura de la atmósfera se ve muy influida tanto por las zonas de tierra como de mar. En enero, por ejemplo, las grandes masas de tierra del hemisferio norte están mucho más frías que los océanos de la misma latitud, y en julio la situación es la contraria. A bajas alturas, la temperatura del aire está determinada en gran medida por la temperatura de la superficie terrestre. La temperatura se debe básicamente al calentamiento por la radiación del Sol de las zonas terrestres del planeta, que a su vez calientan el aire situado por encima. Como resultado de este fenómeno, la temperatura disminuye con la altura, desde un nivel de referencia de  $15^{\circ}\text{C}$  en el nivel del mar (en latitudes templadas) hasta unos  $-55^{\circ}\text{C}$  a  $11000\text{m}$  aproximadamente. Por encima de esta altura, la temperatura permanece casi constante hasta unos  $34000\text{m}$ .

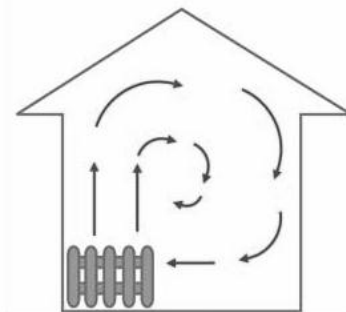


**Mecanismos de transferencia de calor.**

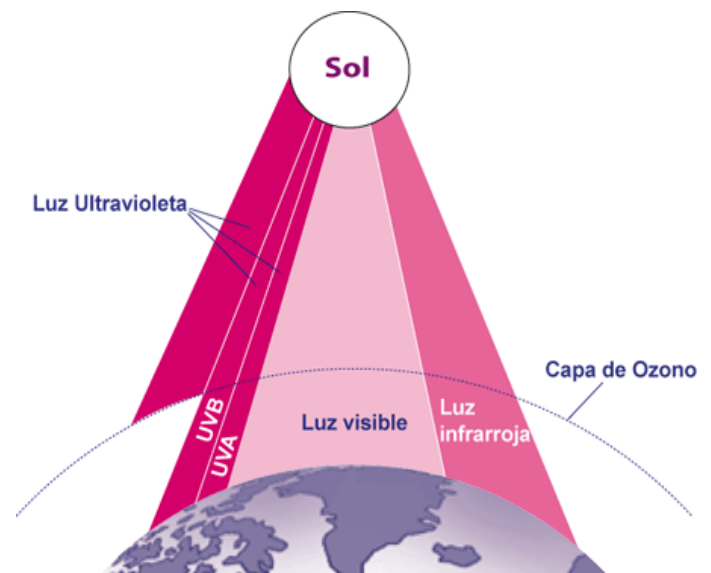
El Calor es una forma de energía en movimiento. Siempre que hay una diferencia de temperatura entre dos cuerpos se dice que el calor fluye en dirección del cuerpo de temperatura más alta al de temperatura más baja. Existen tres formas principales por las cuales ocurre la transferencia de calor: **Conducción, convección y radiación**



La conducción es la transferencia de calor por medio de las colisiones moleculares entre moléculas vecinas. Por ejemplo, Si sostiene un extremo de una barra de hierro sobre una llama, el calor alcanzará finalmente su mano debido al proceso de conducción. El incremento de la actividad molecular en el extremo calentado pasa de molécula en molécula hasta que llega a la mano. Los materiales conductores de calor por este proceso son los **metales**

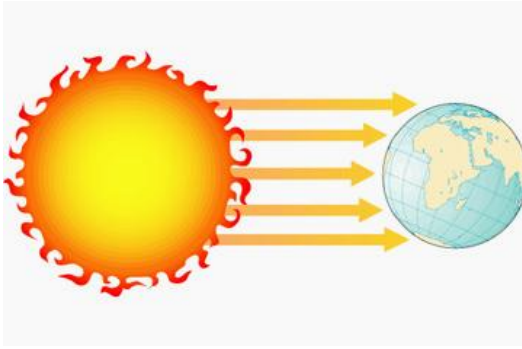


La convección es el proceso mediante el cual el calor se transfiere utilizando el movimiento de un medio material, el cual generalmente es un fluido. Cuando tiene lugar el movimiento de un medio material se produce lo que se denomina **corrientes de convección**. Dichas corrientes pueden ser **naturales o forzadas**.



Las naturales son aquellas que se producen cuando el movimiento de un medio es ocasionado por una diferencia de **densidad** debido a la variación de temperatura. Como ejemplo tenemos las corrientes de aire caliente y frío que existen en nuestro planeta.

Las corrientes de convección forzada son aquellas en las que el medio de transferencia es **obligado** a moverse mediante dispositivos mecánicos, como bombas y ventiladores. Como ejemplos tenemos la calefacción.



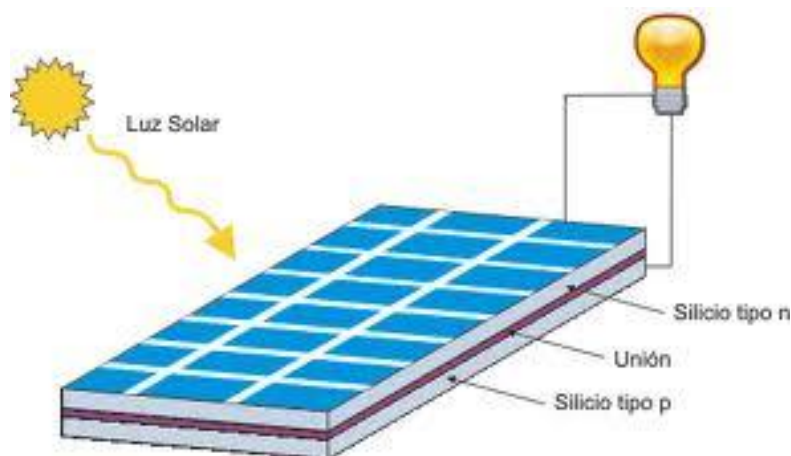
La radiación es el proceso a través del cual el calor se transfiere por medio de ondas electromagnéticas. Todos los objetos emiten energía radiante e incluso se puede desplazar en el espacio a través de un vacío. Tenemos como ejemplo la energía del sol.

### ¿Qué se puede obtener de la energía solar?

Básicamente, recogiendo de forma adecuada la radiación solar, podemos obtener **calor y electricidad**. El calor se logra mediante los **captadores o colectores térmicos**, y la electricidad, a través de los llamados **módulos fotovoltaicos**.

Ambos procesos nada tienen que ver entre sí, ni en cuanto a su tecnología ni en su ampliación. Hablemos primero de los sistemas de aprovechamiento térmico. El calor recogido en los colectores puede destinarse a satisfacer numerosas necesidades. Por ejemplo, se puede obtener agua caliente para consumo doméstico o industrial, o bien para dar calefacción a nuestros hogares, hoteles, colegios, fábricas, etc. Incluso podemos climatizar las piscinas y permitir el baño durante gran parte del año. También, y aunque puede parecer extraño, otra de las más prometedoras aplicaciones del calor solar será la refrigeración durante las épocas cálidas precisamente cuando más soleamiento hay. En efecto, para obtener frío hace falta disponer de una fuente cálida, la cual puede perfectamente tener su origen en unos colectores solares instalados en el tejado o azotea. En los países árabes ya funcionan acondicionadores de aire que utilizan eficazmente la energía solar. Las aplicaciones agrícolas son muy amplias. Con invernaderos solares pueden obtenerse mayores y más tempranas cosechas; los secadores agrícolas consumen mucha menos energía si se combinan con un sistema solar, y, por citar otro ejemplo, pueden funcionar plantas de purificación o desalinización de aguas sin consumir ningún tipo de combustible.

Las celdas solares, dispuestas en paneles solares, ya producían electricidad en los primeros satélites espaciales. Actualmente se perfilan como la solución definitiva al problema de la electrificación rural, con clara ventaja sobre otras alternativas, pues, al carecer los paneles de partes móviles, resultan totalmente inalterables al paso del tiempo, no contaminan ni producen ningún ruido en absoluto, no consumen combustible y no necesitan mantenimiento. Además, y aunque con menos rendimiento, funcionan también en días nublados, puesto que captan la luz que se filtra a través de las nubes. La energía solar puede ser perfectamente complementada con otras energías convencionales, para evitar la necesidad de grandes y costosos sistemas de acumulación. Así, una casa **bien aislada** puede disponer de agua caliente y calefacción solares, con el apoyo de un sistema convencional a gas o eléctrico que únicamente funcionaría en los periodos sin sol. El costo de la factura de la luz sería sólo una fracción del que alcanzaría sin la existencia de la instalación solar.





**Actividad: 3**

**En equipos de tres realicen los siguientes ejercicios:**

1. Proporcionen tres ejemplos de situaciones donde la transferencia de calor sea:

A) Deseable.

B) No deseable.

2. La ropa interior térmica tiene una estructura fina, con muchos poros pequeños. ¿Por qué no se utiliza una tela sin poros? Expliquen.

3. ¿Por qué generalmente usamos ropa de color negro en el invierno y ropa de colores claros en el verano?





### Actividad: 3 (continuación)

Resuelvan los siguientes problemas:

1. Completen la siguiente tabla, efectuando las conversiones pertinentes de temperatura **incluyendo el desarrollo**. Compara los resultados con los de tus compañeros.

Kelvin	Celsius	Rankine	Fahrenheit
86			
	31		
		580	
			-200

Desarrollos:





**Actividad: 3 (continuación)**



2. Relacionando las fórmulas para convertir temperaturas en las escalas de **Celsius** y **Fahrenheit**, determinen que el valor en el cual ambas escalas coinciden en la misma temperatura es **-40**



Evaluación				
Actividad: 3	Producto: Ejercicio práctico.			Puntaje:
Saberes				
Conceptual	Procedimental			Actitudinal
Comprende las diferentes escalas en que se mide la temperatura.	Resuelve problemas relativos al calor y la temperatura en situaciones nuevas.			Muestra interés en el estudio de los temas.
Coevaluación	C	MC	NC	Calificación otorgada por el docente



## ■ Cierre



### Actividad: 4

En forma individual, resuelve los siguientes problemas:

1. Transforma  $175\text{ }^{\circ}\text{K}$  a grados Celsius.
2. ¿A qué temperatura Celsius equivalen  $33.8\text{ }^{\circ}\text{F}$ ?
3. Convertir  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  a Fahrenheit.
4. ¿A qué temperatura Celsius equivalen  $33.8\text{ }^{\circ}\text{F}$ ?
5. En un termómetro Fahrenheit se observa una marca de  $125\text{ }^{\circ}\text{F}$  y en un Celsius se leen  $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ¿cuál de los dos indica mayor estado térmico? (realiza los cálculos y compara)





## Secuencia didáctica 2. Dilatación térmica.

### ► Inicio



#### Actividad: 1

En binas, respondan las siguientes preguntas:

1. ¿Qué es la dilatación térmica?
2. ¿Sabían que de un riel a otro de las vías del ferrocarril hay una separación? ¿para qué es?
3. ¿Por qué para abrir una tapadera metálica pegada en un frasco, hay que calentarla en agua caliente?

Evaluación					
Actividad: 1	Producto: Cuestionario.			Puntaje:	
Saberes					
Conceptual	Procedimental			Actitudinal	
Comprende los aspectos básicos de la dilatación térmica	Ubica las características básicas de la dilatación térmica			Colabora con entusiasmo en el trabajo con su compañero de equipo	
Coevaluación	C	MC	NC	Calificación otorgada por el docente	

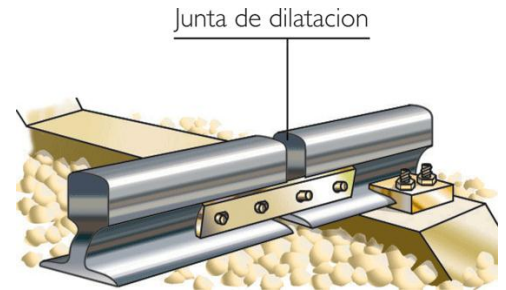


## ► Desarrollo

### Dilatación de los sólidos.

Seguramente has notado que los rieles de una vía del ferrocarril están separados por una pequeña distancia o que, al pavimentar una calle, se deja un espacio entre un bloque de concreto y otro. Esto se debe a la necesidad de dar un margen a la dilatación del metal o concreto.

Experimentalmente se ha comprobado que al aumentar la temperatura de una barra, aumenta su longitud y que dicho aumento ( $\Delta L$ ) es proporcional a su longitud inicial ( $L_i$ ) y al aumento de su temperatura ( $\Delta t$ ). Esto es



$$\Delta L = \alpha L_i \Delta t$$

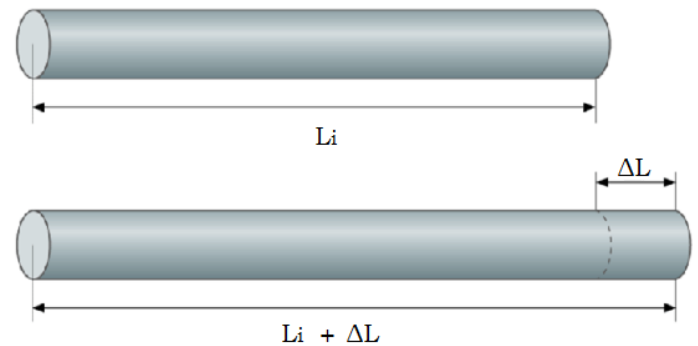
Donde:

$\Delta L$  = Dilatación lineal

$L_i$  = Longitud inicial

$\Delta t$  = Variación en la temperatura

$\alpha$  = Constante de proporcionalidad, llamado coeficiente de dilatación lineal. Para cada material tiene un valor determinado.



Se define al coeficiente de dilatación lineal  $\alpha$  como el alargamiento por unidad de longitud de un material, para una variación de temperatura de 1 °C. Los valores del coeficiente de dilatación lineal de algunos materiales sólidos se muestran en la siguiente tabla:

Algunos coeficientes de dilatación lineal			
Material	$\alpha$ (1 / °C)	Material	$\alpha$ (1 / °C)
Cuarzo	$0.04 \times 10^{-5}$	Cobre	$1.7 \times 10^{-5}$
Diamante	$0.12 \times 10^{-5}$	Latón	$1.8 \times 10^{-5}$
Grafito	$0.79 \times 10^{-5}$	Plata	$2.0 \times 10^{-5}$
Vidrio	$0.7 \text{ a } 0.9 \times 10^{-5}$	Aluminio	$2.4 \times 10^{-5}$
Acero	$1.0 \times 10^{-5}$	Zinc	$2.6 \times 10^{-5}$
Hierro	$1.2 \times 10^{-5}$	Plomo	$3.0 \times 10^{-5}$
Oro	$1.5 \times 10^{-5}$	Hielo	$5.1 \times 10^{-5}$

Por ejemplo, una barra de 1m de aluminio, al incrementar su temperatura en 1 °C, incrementará su longitud 0.000024 m. Si tenemos 1 yarda de aluminio, al incrementar su temperatura en 1 °C, incrementará su longitud 0.000024 yd. Esto es así porque la dilatación es por unidad de longitud, sin importar cuál sea ésta.



### Dilatación superficial.

Los lados de una placa sufren dilataciones lineales, provocando una dilatación superficial cuando aumenta su temperatura. Esto se observa en aquellos cuerpos en los que una de sus dimensiones es mucho menor que las otras dos, por ejemplo en chapas, láminas y espejos, etc.

La fórmula de dilatación superficial es:

$$\Delta S = \beta A_i \Delta t$$

Donde:

$\Delta S$  = Dilatación superficial

$A_i$  = Área inicial

$\Delta t$  = Variación en la temperatura

$\beta$  = Coeficiente de dilatación superficial.

El coeficiente de dilatación superficial de una lámina, que se dilata en la misma proporción a lo largo y lo ancho, se puede obtener multiplicando el coeficiente de dilatación lineal por dos:

$$\beta = 2\alpha$$

Y se define al **coeficiente de dilatación superficial** como: la variación de la superficie de una placa, por unidad de área, cuando hay un aumento en la temperatura de 1 °C.

### Dilatación volumétrica.

Es importante conocer cómo varía el volumen de un cuerpo cuando aumenta su temperatura.

La fórmula es:

$$\Delta V = \gamma V_i \Delta t$$

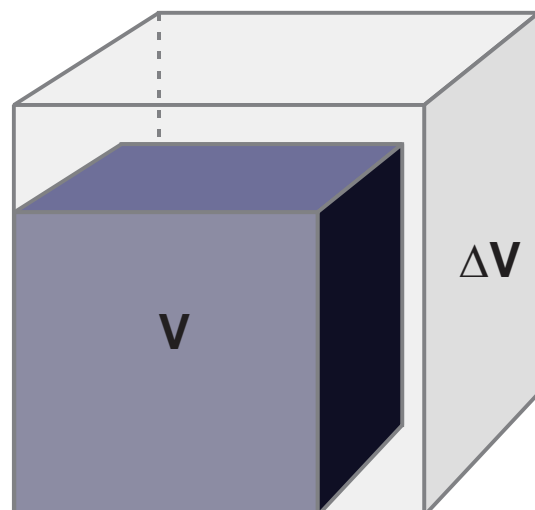
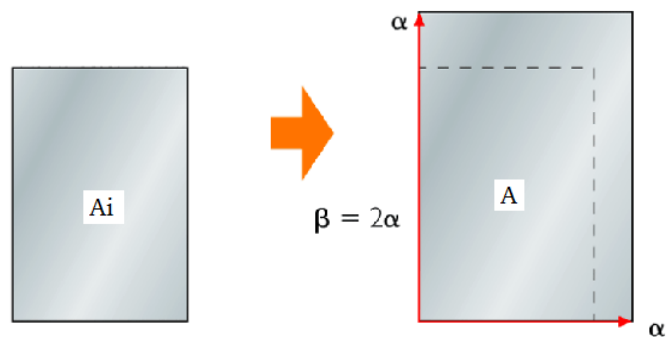
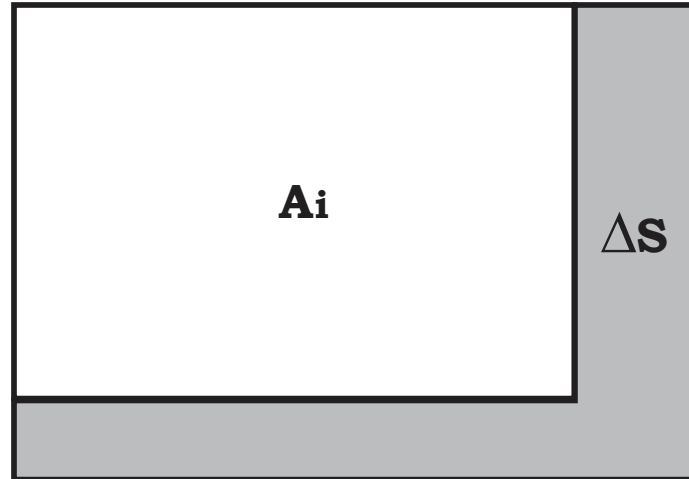
Donde:

$\Delta V$  = Dilatación volumétrica.

$V_i$  = Volumen inicial.

$\Delta t$  = Variación en la temperatura.

$\gamma$  = Coeficiente de dilatación volumétrica.



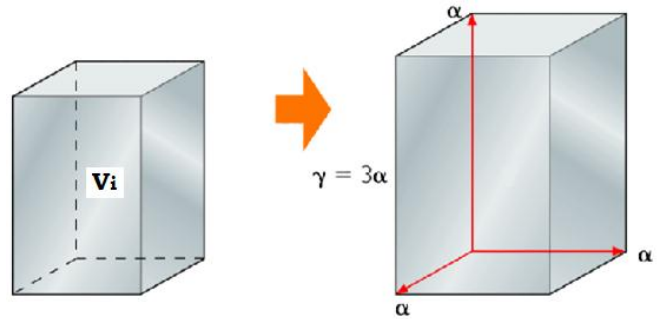




El coeficiente de dilatación volumétrica de un sólido; que se dilata igualmente en todas direcciones, se puede obtener multiplicando su coeficiente de dilatación lineal por tres.

$$\gamma = 3\alpha$$

Y se define al **coeficiente de dilatación volumétrica** como: la variación del volumen por unidad de éste de un material, cuando hay un cambio en la temperatura.



### Dilatación irregular del agua.

Todos los líquidos aumentan su volumen cuando aumenta su temperatura, pues su coeficiente de dilatación volumétrica es positivo, excepto el agua.

El agua no aumenta su volumen en el intervalo de temperatura de 0 °C a 4 °C, aun cuando aumenta su temperatura, más bien, lo que ocurre es que disminuye su volumen.

Por encima de los 4 °C el agua sí se dilata al aumentar su temperatura; si la temperatura decrece de 4 °C a 0 °C también se dilata en lugar de contraerse.

Debido a esa característica, el agua es más densa a 4 °C que a 0 °C; por eso en las zonas donde las temperaturas son muy bajas, los ríos y lagos se congelan en la parte superior, permitiendo la subsistencia de su flora y fauna debajo.



### Ejemplo:

En una lámina de hierro se hace una perforación de 2.5 cm. de diámetro a una temperatura de 15 °C. ¿Cuánto aumentará el diámetro del orificio al calentar la lámina hasta una temperatura de 150 °C?

Datos

$$\alpha = 1.2 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$$

$$L_i = 2.5 \text{ cm} = 0.025 \text{ m}$$

$$\Delta t = t_f - t_i = 150^\circ - 15^\circ = 135^\circ\text{C}$$

Sustitución

$$\Delta L = \alpha L_i \Delta t = \left( \frac{1.2 \times 10^{-5}}{^\circ\text{C}} \right) (0.025 \text{ m}) (135^\circ\text{C}) = 0.00405 \text{ m}$$

**Ejemplo:**

Una lámina cuadrada de aluminio de 15 cm. de lado se calienta aumentando su temperatura en 100 °C. ¿Cuál es la variación de su superficie?

Datos

$$\beta = 2\alpha = 2(2.4 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}) = 2.48 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$$

$$A_i = (0.15 \text{ m})(0.15 \text{ m}) = 0.0225 \text{ m}^2$$

$$\Delta t = 100 ^\circ\text{C}$$

Sustitución

$$\Delta S = \left( \frac{4.8 \times 10^{-5}}{^\circ\text{C}} \right) (0.0225 \text{ m}^2) (100 ^\circ\text{C}) = 1.08 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

**Ejemplo:**

Un tanque de gasolina de 40 litros fue llenado por la noche, cuando la temperatura era de 68 °F al día siguiente, el sol había llevado la temperatura a 131 °F. ¿Cuánta gasolina se derramó del tanque? ( $\gamma_{\text{gasolina}} = 950 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ )

Datos:

$$\gamma_{\text{gasolina}} = 950 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$$

$$V_i = 40 \text{ litros} = 40 \text{ dm}^3 = 0.040 \text{ m}^3$$

$$t_f = 131 ^\circ\text{F} = 55 ^\circ\text{C}$$

$$t_i = 68 ^\circ\text{C} = 20 ^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = t_f - t_i = 35 ^\circ\text{C}$$

Sustitución:

$$\Delta V = \gamma V_i \Delta t = \left( \frac{950 \times 10^{-6}}{^\circ\text{C}} \right) (0.040 \text{ m}^3) (35 ^\circ\text{C}) = 1.33 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

Ahora bien, para ser más claros convertimos el resultado a litros:

$$\Delta V = 1.33 \times 10^{-3} \text{ m}^3 = 1.33 \text{ dm}^3 = 1.33 \text{ litros}$$



**Actividad: 2**



**En forma individual, resuelve los siguientes problemas:**

1. Unos rieles de acero de 15 m de longitud son colocados un día en que la temperatura es de  $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ . ¿Cuál será el espacio mínimo que habrá que dejar entre ellos, para que lleguen justo a tocarse un día en que la temperatura sea de  $48\text{ }^{\circ}\text{C}$ ?
  
2. Una lámina rectangular de aluminio de 20 cm de largo y 10 cm de ancho se calienta de  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $95\text{ }^{\circ}\text{C}$ . ¿Cuál será la variación de su superficie?
  
3. Un cubo de latón de 20 cm de lado se calienta de  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ . ¿Cuál será la variación de su volumen?



Evaluación					
Actividad: 2		Producto: Ejercicio práctico.		Puntaje:	
Saberes					
Conceptual		Procedimental		Actitudinal	
Distingue los diferentes tipos de dilatación térmica.		Demuestra los diferentes tipos de dilatación térmica en aplicaciones cotidianas.		Muestra responsabilidad en el desarrollo de la actividad.	
Autoevaluación		C	MC	NC	Calificación otorgada por el docente

## ■ Cierre

**Actividad: 3**

**En forma individual, responde a las siguientes preguntas:**

1. ¿A qué se debe la dilatación térmica?
2. ¿Por qué algunos materiales se dilatan más que otros, con los mismos cambios de temperatura?
3. ¿Cuántos y cuáles son los diferentes tipos de dilatación térmica?

**En forma individual, resuelve los siguientes problemas:**

4. Una barra de cobre mide 8 m a 15 °C. Hallar la variación que experimenta su longitud al calentarla hasta 35 °C.





**Actividad: 3 (continuación)**



5. Un eje de acero tiene un diámetro de 10 cm a 30 °C. Calcular la temperatura que deberá existir para que encaje perfectamente en un agujero de 9.997 cm de diámetro.
  
6. Un alambre telefónico de cobre está amarrado, un poco pandeado, entre dos postes que están a 35 m de distancia. Durante un día de verano con  $T_c = 45\text{ °C}$ , ¿qué longitud es más largo el alambre que en un día de invierno con  $T_c = 10\text{ °C}$ ?



Evaluación					
Actividad: 3	Producto: Cuestionario			Puntaje:	
Saberes					
Conceptual	Procedimental			Actitudinal	
Explica lo que es la dilatación térmica y sus diferentes tipos.	Contrasta los diferentes tipos de dilatación térmica, a través de ejercicios prácticos.			Se preocupa por realizar un buen trabajo.	
Autoevaluación	C	MC	NC	Calificación otorgada por el docente	

## Secuencia didáctica 3. Calor específico.

### ► Inicio

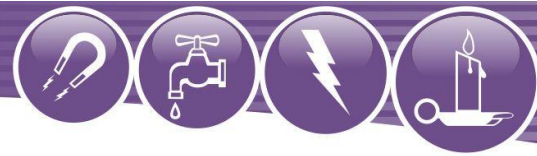


#### Actividad: 1

En binas, contesten las siguientes preguntas y discutan las conclusiones en forma grupal.

- Al aplicar la misma cantidad de calor a 1 kg de cobre y a 1 kg de acero, durante el mismo tiempo, ¿crees que se calentarán a la misma temperatura? ¿Por qué?
- Si 1 kg de cobre a 80 °C y 1 kg de acero a 60 °C se ponen en contacto, ¿qué es lo que pasa en un principio? ¿Qué es lo que pasa después de un tiempo considerable? ¿La temperatura final de los dos será 70 °C? ¿Por qué?

Evaluación				
Actividad: 1	Producto: Cuestionario.			Puntaje:
Saberes				
Conceptual	Procedimental			Actitudinal
Infiere la manera cómo se calientan diferentes sustancias.	Debate sobre la manera en que se calientan las diferentes sustancias.			Se interesa en participar activamente, junto con su compañero de equipo
Coevaluación	C	MC	NC	Calificación otorgada por el docente

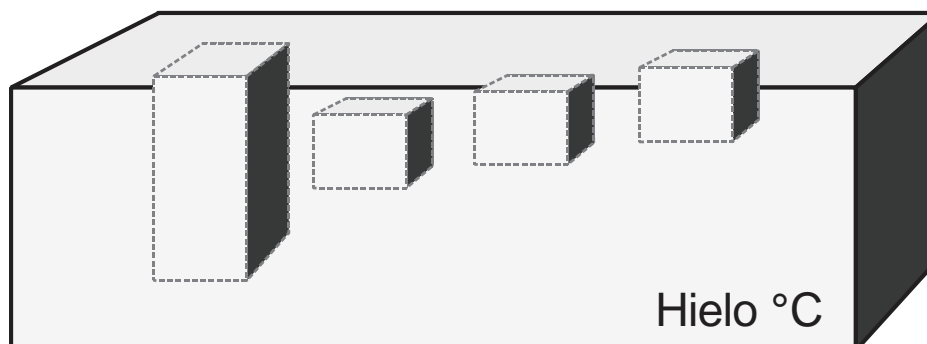
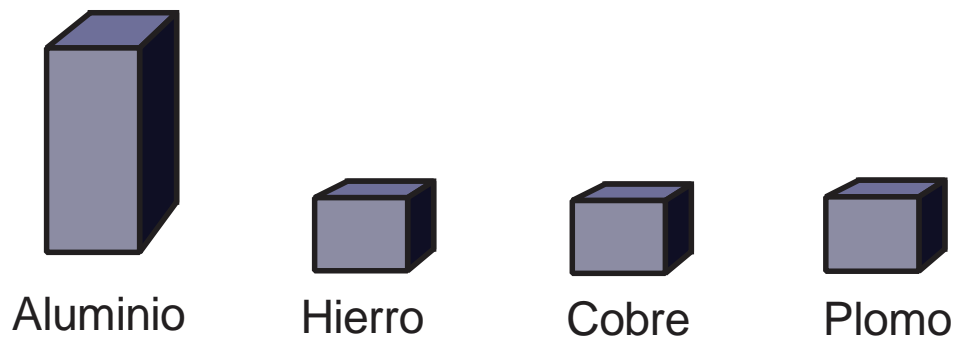


### Calor específico de las sustancias.

Hemos definido una cantidad de calor como la energía térmica requerida para elevar la temperatura de una masa dada. Pero la cantidad de energía térmica para elevar la temperatura de una sustancia varía con materiales diferentes. Por ejemplo, supongamos que tenemos 4 bloques de 1 kg, hechos de diferentes materiales, a una temperatura de 20 °C y queremos calentarlos hasta 100 °C.

Cada bloque se construye de modo que tienen la misma área en la base, pero sus masas y en consecuencia sus pesos son idénticos y debido a que tienen diferentes densidades, las alturas de los bloques varían. La cantidad de calor que se requiere para aumentar la temperatura desde 20 °C hasta 100 °C, varía en cada uno de los bloques. El aluminio absorbe el calor en forma más eficiente que el hierro, cobre y plomo.

Puesto que los bloques de hierro y aluminio absorben más calor que los bloques de cobre y plomo, podríamos esperar que liberaran más calor al enfriarse. Para ver que esto es cierto, cada uno de los bloques (a 100 °C) se colocan sobre un bloque de hielo. Cada material, con la misma masa, temperatura y sección transversal se sumergirá a diferente profundidad en el bloque de hielo.



El hierro y el aluminio funden más hielo y por ello se hunden más profundamente que los otros bloques. Es claro que debe haber alguna propiedad de los materiales que explique las diferencias observadas en la figura. Esta propiedad debe ser una medida de la cantidad de calor  $Q$  requerida para cambiar la temperatura de un objeto en una cantidad  $\Delta t$ , pero también debe relacionarse con la masa  $m$  del objeto. Llamamos a esta propiedad **calor específico**, denotado por la letra  $C$ .

El **calor específico** de una sustancia, es la cantidad de calor necesario para elevar la temperatura de una masa unitaria en un grado. La fórmula basada en esta definición, puede escribirse en las siguientes formas útiles:

$$C_e = \left( \frac{Q}{m\Delta t} \right) \quad Q = mC_e\Delta t$$



El calor específico se mide en calorías sobre gramo y grado centígrado

$$\left( \frac{\text{cal}}{\text{g}^{\circ}\text{C}} \right)$$

En la tabla siguiente se presentan los valores de **C** para algunas sustancias comunes.

Sustancia	C (cal / g °C)
Aluminio	0.22
Latón	0.094
Cobre	0.093
Alcohol etílico	0.6
Vidrio	0.2
Hielo	0.5
Hierro	0.113
Plomo	0.031
Plata	0.056
Acero	0.42
Zinc	0.092

**Ejemplo:**

¿Cuál es el calor requerido para aumentar la temperatura de un lingote de plata de 150 kg de 25 °C a 400 °C?

Datos:

$$m = 150 \text{ kg} = 150\,000 \text{ gr}$$

$$C = 0.056 \text{ cal / gr }^{\circ}\text{C}$$

$$t_i = 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_f = 400 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Sustitución:

$$\Delta t = t_f - t_i$$

$$\Delta t = 400 \text{ }^{\circ}\text{C} - 25 \text{ }^{\circ}\text{C} = 375 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$Q = mC_e \Delta t = (150,000 \text{ g}) \left( 0.056 \frac{\text{cal}}{\text{g}^{\circ}\text{C}} \right) (375 \text{ }^{\circ}\text{C}) = 3.15 \times 10^6 \text{ cal}$$





### Calor cedido y absorbido por los cuerpos.

La calorimetría significa **medir el calor**. Utilizando los valores conocidos de calor específico de las mediciones de materiales y temperatura, es fácil calcular el calor absorbido y despedido por algunas sustancias. El principio básico de la calorimetría es la conservación de la energía. Si un cuerpo caliente y un cuerpo frío se ponen en contacto térmico, con el tiempo alcanzarán el equilibrio térmico a la misma temperatura debido a la transferencia o flujo de calor. Si no se emite calor a los alrededores, entonces conforme a la ley de conservación de la energía tendremos:

$$\begin{aligned} \text{Calor perdido} &= \text{Calor ganado} \\ \text{(Por el cuerpo caliente)} &= \text{(Por el cuerpo más frío)} \\ \Delta Q_{\text{perdido}} &= \Delta Q_{\text{ganado}} \end{aligned}$$

Un dispositivo de laboratorio que se utiliza para medir la pérdida o ganancia de calor es el calorímetro.

#### Problemas

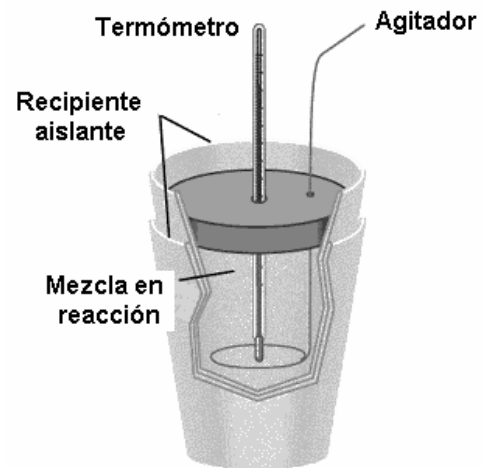
1. Se tienen 200 gr de aluminio a 75 °C y se ponen en 400 gr de agua a 20 °C, después de un tiempo la temperatura final de la mezcla en equilibrio térmico es de 22.7 °C. Determinar el calor específico del aluminio si suponemos que no se pierde calor externo.

Datos

- m aluminio = 200 gr
- C<sub>e</sub>(aluminio) = ?
- t<sub>i</sub> = 75 °C
- t<sub>f</sub> = 22.7 °C
- m agua = 400 gr
- C<sub>e</sub> agua = 1.0 cal / gr °C
- t<sub>i</sub> = 20 °C
- t<sub>f</sub> = 22.7 °C

Sustitución

$$\begin{aligned} Q_{\text{perdido}} &= Q_{\text{ganado}} \\ Q_{\text{aluminio}} &= mC_{e(\text{aluminio})}\Delta t = Q_{\text{agua}} = mC_{e(\text{agua})}\Delta t \\ (200\text{ g})(C_{e(\text{aluminio})})(75^\circ\text{C} - 22.7^\circ\text{C}) &= (400\text{ g})(1.0\text{ cal/g}^\circ\text{C})(22.7^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) \\ (200\text{ g})(C_{e(\text{aluminio})})(52.3^\circ\text{C}) &= (400\text{ cal/g}^\circ\text{C})(2.7^\circ\text{C}) \\ (C_{e(\text{aluminio})})(10,460\text{ g}^\circ\text{C}) &= 1,080\text{ cal} \\ (C_{e(\text{aluminio})}) &= \frac{1,080\text{ cal}}{10,460\text{ g}^\circ\text{C}} = 0.103 \frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ\text{C}} \end{aligned}$$



Aquí no se toma en cuenta el signo en los incrementos de temperatura, ya que el calor no es una cantidad vectorial

**Actividad: 2**

**En equipos de tres, respondan las siguientes preguntas:**

1. ¿Qué es el calor específico de las sustancias?
2. ¿Por qué el calor específico es diferente para diferentes sustancias? ¿Qué pasa a nivel molecular?
3. ¿En qué consisten las quemaduras de primero, segundo y tercer grado?

**En equipos de tres, resuelvan los siguientes problemas:**

1. Se construyen bloques de cinco diferentes metales: Aluminio, cobre, zinc, hierro y plomo con la misma masa e igual área de la sección transversal de la base. Cada bloque se calienta hasta una temperatura de  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  y se colocan sobre un bloque de hielo. ¿Cuál llegará a mayor profundidad al fundirse el hielo? Liste los cuatro bloques restantes en orden decreciente de las profundidades.





**Actividad: 2 (continuación)**



2. Una pieza de metal de 50 gr a 95 °C, se deja caer dentro de 250 gr de agua a 17 °C y su temperatura se incrementa hasta 19.4 °C. ¿Cuál es el calor específico del metal?



Evaluación					
Actividad: 2	Producto: Ejercicio.			Puntaje:	
Saberes					
Conceptual	Procedimental			Actitudinal	
Analiza las diferencias en el calentamiento de diferentes sustancias.	Manipula las expresiones del calor específico, para resolver situaciones comunes.			Participa con solidaridad en la labor conjunta.	
Coevaluación	C	MC	NC	Calificación otorgada por el docente	





**Actividad: 3 (continuación)**



3. Una herradura de hierro de 1.5 Kg inicialmente a 600 °C se sumerge en una cubeta que contiene 20 Kg de agua a 25 °C. ¿Cuál es la temperatura final?



Evaluación					
Actividad: 3		Producto: Ejercicio práctico.		Puntaje:	
Saberes					
Conceptual		Procedimental		Actitudinal	
Identifica situaciones de la vida real en al cual se aplica el concepto de calor específico.		Realiza cálculos en situaciones reales, en las cuales interviene el calor específico.		Se interesa por presentar un buen trabajo.	
Autoevaluación		C	MC	NC	Calificación otorgada por el docente





## ► Desarrollo

### Termodinámica.

Sabemos por el curso de Física 1, que se efectúa trabajo cuando la energía se transfiere de un cuerpo a otro por medios mecánicos. El calor es una energía en transferencia de un cuerpo a otro que está a menor temperatura. O sea, el calor también puede producir un trabajo.

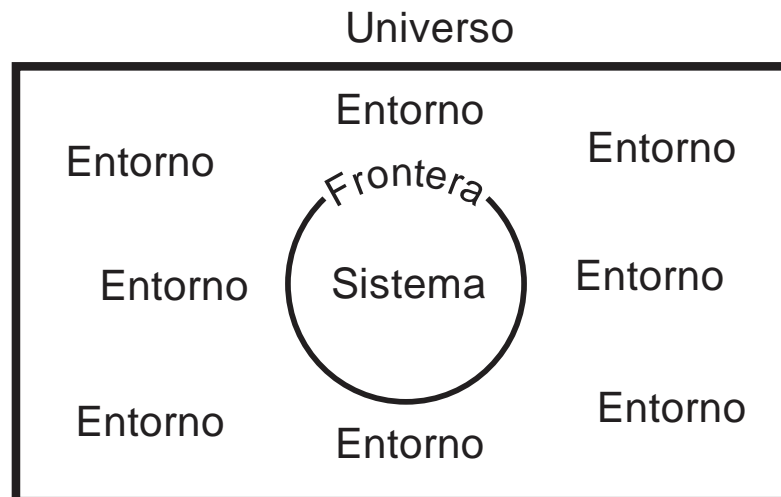
**Termodinámica:** Se define como la parte de la Física que estudia los procesos en los que el calor se transforma en trabajo mecánico, y viceversa.

Precisamente a las máquinas o dispositivos que transforman el calor en trabajo mecánico, se les llama máquinas térmicas.

Al hablar de termodinámica, con frecuencia se usa el término "sistema". Un sistema puede ser cualquier objeto, cualquier cantidad de materia, cualquier región del espacio, etc., seleccionado para estudiarlo y aislarlo (mentalmente) de todo lo demás, lo cual se convierte entonces en el entorno del sistema.

La envoltura imaginaria que encierra un sistema y lo separa de sus inmediaciones (entorno) se llama frontera del sistema y puede pensarse que tiene propiedades especiales que sirven para aislar el sistema de su entorno o para permitir la interacción de un modo específico entre el sistema y su ambiente.

El resto, lo demás en el Universo, que no pertenece al sistema, se conoce como su "ambiente".



Si la frontera permite la interacción entre el sistema y su entorno, tal interacción se realiza a través de los canales existentes en la frontera.

Los canales pueden ser inespecíficos para interacciones fundamentales tales como el calor o la interacción mecánica o eléctrica, o muy específicos para interacciones de transporte.

Se consideran varios tipos de sistemas.

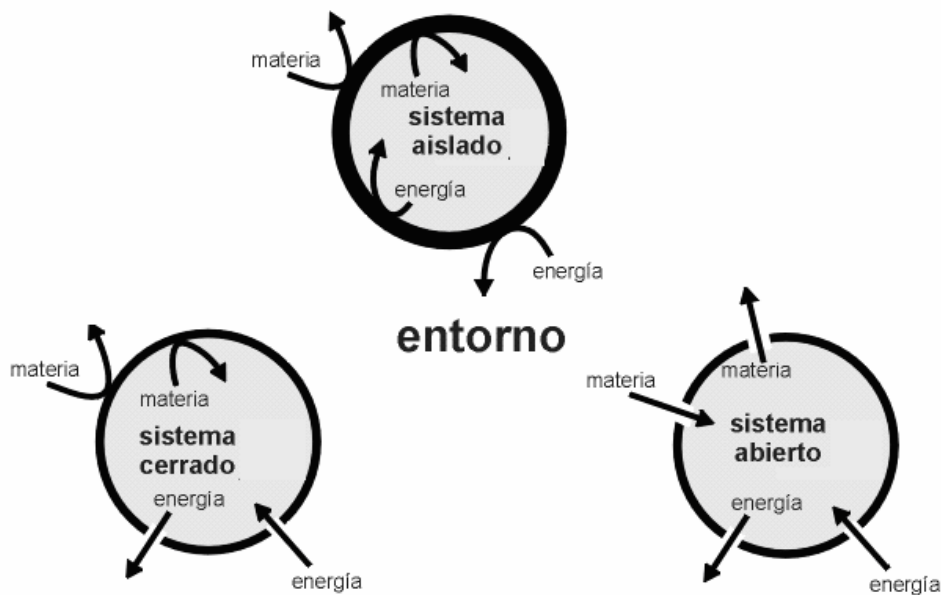
**Sistema aislado** es el sistema que no puede intercambiar materia ni energía con su entorno.

**Sistema cerrado** es el sistema que sólo puede intercambiar energía con su entorno, pero no materia.

**Sistema abierto** es el sistema que puede intercambiar materia y energía con su entorno.

En un sistema cerrado no entra ni sale masa, contrariamente a los sistemas abiertos donde sí puede entrar o salir masa.

Un sistema cerrado es aislado si no pasa energía en cualquiera de sus formas por sus fronteras.



Las propiedades termodinámicas de un sistema vienen dadas por los atributos físicos macroscópicos observables del sistema, (como su temperatura, volumen, etc.) mediante la observación directa o mediante algún instrumento de medida.

Un sistema está en **equilibrio termodinámico** cuando no se observa ningún cambio en dichas propiedades termodinámicas a lo largo del tiempo.

Un estado de no equilibrio es un estado con intercambios netos de masa o energía y sus parámetros característicos dependen en general de la posición y del tiempo.

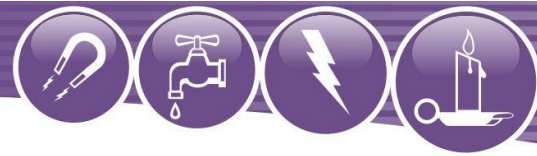
El estudio de la termodinámica está fundamentado en las siguientes leyes:

### Primera ley de la termodinámica.

Esta ley es una manifestación específica de la ley de conservación de la energía, aplicada a sistemas termodinámicos.

Esta ley afirma que "cuando a un sistema se le suministra o se le extrae una cierta cantidad de calor  $\Delta Q$ , dicho calor se transforma en un cambio en la energía interna del sistema ( $\Delta U$ ) más una cantidad de trabajo ( $W$ ) realizado por o sobre el sistema":  $\Delta Q = \Delta U + W$





En esta ley debemos tener cuidado con los signos de las cantidades que intervienen en ella.

Si el sistema absorbe o recibe calor,  $\Delta Q$  es positivo, en cambio si cede o pierde calor será negativo

Si la energía interna del sistema aumenta,  $\Delta U$  es positiva, si disminuye será negativa.

Cuando el trabajo es realizado por el sistema,  $W$  se considera positivo, pero si el trabajo se realiza sobre el sistema será negativo.

**Ejemplo:**

Un sistema absorbe 500 cal y realiza 300 J de trabajo. Calcula la variación de la energía interna del sistema.

Solución:

$$\Delta Q = \Delta U + W, \text{ despejando } \Delta U:$$

$$\Delta U = \Delta Q - W, \text{ sustituyendo:}$$

$$\Delta U = (4.186 \text{ J/cal}) (500 \text{ cal}) - 300 \text{ J} = 2093 \text{ J} - 300 \text{ J}$$

$$\Delta U = 1793 \text{ J}$$

**Ejemplo:**

Un sistema absorbe 300 cal y se le aplican 419 J de trabajo. Calcula la variación de la energía interna del sistema.

Solución:

$$\Delta Q = \Delta U + W, \text{ despejando } \Delta U:$$

$$\Delta U = \Delta Q - W, \text{ sustituyendo:}$$

$$\Delta U = (4.186 \text{ J/cal}) (300 \text{ cal}) - (-419 \text{ J}) = 1255.8 \text{ J} + 419 \text{ J}$$

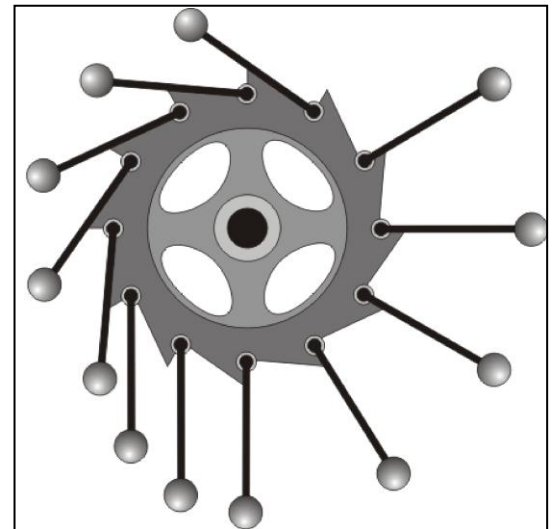
$$\Delta U = 1674.8 \text{ J}$$

### Segunda ley de la termodinámica.

No es posible convertir completamente calor en trabajo, pero sí trabajo en calor. Así pues, mientras, según la primera ley, calor y trabajo son formas equivalentes de intercambio de energía, la segunda ley varía radicalmente su equivalencia, ya que el trabajo puede pasar íntegramente a calor pero el calor no puede transformarse íntegramente en trabajo

Desde el punto de vista de la primera ley de la termodinámica, los dos procesos (trabajo y calor) son equivalentes. El calor puede transformarse en trabajo, o el trabajo en calor. Esta equivalencia se pierde si consideramos la segunda ley. El trabajo es una forma más 'coherente' de energía. Siempre podemos transformarlo en calor, pero la inversa no siempre es posible.

En la naturaleza hay procesos que suceden, pero cuyos procesos inversos no. Para explicar esta falta de reversibilidad se formuló la segunda ley de la termodinámica, que tiene tres enunciados equivalentes:



"La rueda desbalanceada". Se pensaba que las bolas de metal en el lado derecho harían girar la rueda debido a que tienen palancas de brazo más largo, pero como el lado izquierdo tiene más bolas que el lado derecho, el par se equilibró y el movimiento perpetuo no pudo lograrse.



**Enunciado de Kelvin-Planck:** Es imposible construir una máquina térmica que, operando en un ciclo, no produzca otro efecto que la absorción de energía desde un depósito y la realización de una cantidad igual de trabajo.

**Enunciado de Clausius:** Es imposible construir una máquina cíclica cuyo único efecto sea la transferencia continua de energía de un objeto a otro de mayor temperatura sin la entrada de energía por trabajo.

De acuerdo con estos enunciados no es posible construir una máquina de movimiento perpetuo, ya que siempre habrá una pérdida de energía por fricción que pasa al medio ambiente en forma de calor no útil, que pasa a contribuir a la contaminación térmica que ocasiona el calentamiento global del planeta y al desorden de las moléculas del universo por calentamiento.

Esto dio pie a que un físico alemán enunciara la segunda ley así:

**Enunciado de Boltzmann:** La entropía del universo va en aumento. Definiendo la entropía como una medida del desorden de las moléculas de un sistema.

### Tercera Ley de la Termodinámica y Ley Cero de la Termodinámica.

Además de la primera y segunda leyes de la termodinámica, existen la ley cero y la tercera ley de la termodinámica.

Ley Cero de la Termodinámica (de Equilibrio):

"Si dos objetos A y B están por separado en equilibrio térmico con un tercer objeto C, entonces los objetos A y B están en equilibrio térmico entre sí".

Como consecuencia de esta ley se puede afirmar que dos objetos en equilibrio térmico entre sí están a la misma temperatura y que si tienen temperaturas diferentes, no se encuentran en equilibrio térmico entre sí.

### Tercera ley de la termodinámica.

La tercera ley tiene varios enunciados equivalentes:

"No se puede llegar al cero absoluto mediante una serie finita de procesos"

Es el calor que entra desde el "mundo exterior" lo que impide que en los experimentos se alcancen temperaturas más bajas. El cero absoluto es la temperatura teórica más baja posible y se caracteriza por la total ausencia de energía térmica. Es la temperatura a la cual cesa el movimiento de las partículas. El cero absoluto ( $0^{\circ}\text{K}$ ) corresponde a la temperatura de  $-273.16^{\circ}\text{C}$ . Nunca se ha alcanzado tal temperatura y la termodinámica asegura que es inalcanzable.





**Actividad: 2**



**En forma individual, responde las siguientes preguntas:**

1. ¿Qué dice la ley cero de la termodinámica?
  
2. ¿Qué dice la primera ley de la termodinámica?
  
3. Un sistema termodinámico sigue un proceso en el cual su energía interna disminuye 500 J. Si al mismo tiempo se hacen 220 J de trabajo sobre el sistema, encuentra el calor transferido por, o hacia el sistema



Evaluación						
Actividad: 2		Producto: Ejercicio práctico.		Puntaje:		
Saberes						
Conceptual		Procedimental		Actitudinal		
Identifica las leyes de la termodinámica.		Aplica la primera ley de la termodinámica en situaciones prácticas		Emprende la actividad con entusiasmo.		
Autoevaluación		C	MC	NC	Calificación otorgada por el docente	



## ■ Cierre



### Actividad: 3

En forma individual, responde las siguientes preguntas:

1. ¿Qué es la termodinámica?
2. ¿Qué es un sistema termodinámico y cuáles son las partes que lo componen?
3. ¿Qué es una máquina de movimiento perpetuo y por qué es imposible que pueda existir?
4. ¿Qué dice la tercera ley de la termodinámica?



**Actividad: 3 (continuación)**

Utiliza la ecuación de la Primera ley de la Termodinámica para resolver los siguientes problemas:

1. Un gas en un cilindro absorbe 400 calorías de calor, causando que un pistón efectúe un trabajo de 450 Joules. De acuerdo con la Primera Ley de la Termodinámica, ¿Cuánto vale el cambio de la energía interna del gas?
2. Un proceso isotérmico es aquél en el que no hay cambio en la temperatura del sistema, por tanto no cambia su energía interna. Si en un proceso isotérmico el sistema realiza un trabajo de 300 Joules. ¿Cuántas calorías de calor absorbió?
3. Un pistón realiza 100 Joules de trabajo sobre un gas encerrado en un cilindro, causando que la energía interna de éste sistema aumente 48 Joules. ¿Cuánto calor se pierde durante este proceso?





### Actividad: 3 (continuación)

4. Un sistema sufre una transformación pasando de un estado a otro, intercambiando energía con su alrededor. Calcula la variación de la energía interna de éste sistema en los siguientes casos:

- a) El sistema absorbe 120 calorías y realiza un trabajo de 310 Joules.
  
- b) El sistema absorbe 120 calorías y sobre él se realiza un trabajo de 310 Joules.
  
- c) El sistema libera 120 calorías y sobre él se realiza un trabajo de 310 Joules.

Evaluación					
Actividad: 3	Producto: Ejercicio.			Puntaje:	
Saberes					
Conceptual	Procedimental			Actitudinal	
Comprende las leyes de la termodinámica.	Aplica las leyes de la termodinámica en situaciones prácticas			Emprende la actividad con entusiasmo.	
Autoevaluación	C	MC	NC	Calificación otorgada por el docente	



## Comprende las leyes de la electricidad

### Unidad de competencia:

Explica las leyes de la electricidad y valora la importancia que tiene en nuestros días.

### Atributos a desarrollar en el bloque:

- 4.1 Expresa ideas y conceptos mediante representaciones lingüísticas, Matemáticas o gráficas.
- 5.1 Sigue instrucciones y procedimientos de manera reflexiva, comprendiendo cómo cada uno de sus pasos contribuye al alcance de un objetivo.
- 5.2 Ordena información de acuerdo a categorías, jerarquías y relaciones.
- 5.3 Identifica los sistemas y reglas o principios medulares que subyacen a una serie de fenómenos.
- 5.4 Construye hipótesis y diseña y aplica modelos para probar su validez.
- 5.6 Utiliza las tecnologías de la información y comunicación para procesar e interpretar información.
- 6.1 Elige las fuentes de información más relevantes para un propósito específico y discrimina entre ellas de acuerdo a su relevancia y confiabilidad.
- 6.3 Reconoce los propios prejuicios, modifica sus propios puntos de vista al conocer nuevas evidencias, e integra nuevos conocimientos y perspectivas al acervo con el que cuenta.
- 7.1 Define metas y da seguimiento a sus procesos de construcción de conocimientos.
- 8.1 Propone manera de solucionar un problema y desarrolla un proyecto en equipo, definiendo un curso de acción con pasos específicos.
- 8.2 Aporta puntos de vista con apertura y considera los de otras personas de manera reflexiva.
- 8.3 Asume una actitud constructiva, congruente con los conocimientos y habilidades con los que cuenta dentro de distintos equipos de trabajo.

**Tiempo asignado: 20 horas**

B  
L  
O  
Q  
U  
E  
3

## Secuencia didáctica 1. Carga Eléctrica.

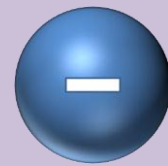
### ► Inicio



#### Actividad: 1

En binas, respondan las siguientes preguntas y comenten las respuestas en forma grupal.

1. ¿Qué entienden por “carga eléctrica”?



2. ¿Qué creen que es la electricidad?



3. ¿Cómo podemos medir la corriente eléctrica?



4. ¿En qué se basa el funcionamiento de un electroimán?



Evaluación				
Actividad:1	Producto: Cuestionario.			Puntaje:
Saberes				
Conceptual	Procedimental			Actitudinal
Recupera conocimientos previos sobre la electricidad.	Recoge en un cuestionario sus conocimientos acerca de conceptos básicos de la electricidad.			Atiende las indicaciones del docente, para la resolución del cuestionario.
Coevaluación	C	MC	NC	Calificación otorgada por el docente





## ► Desarrollo

### Electrostática.

En la sociedad actual es tan común el uso de aparatos eléctricos, que un buen número de actividades cotidianas se ven afectadas cuando la energía eléctrica se interrumpe.

¿Has pensado en la gran cantidad de aparatos que, gracias a la electricidad, te brindan comodidad, diversión o son herramientas en el hogar, la oficina, el taller o la industria?

Hoy en día nos resulta difícil concebir nuestra vida cotidiana sin la ayuda de aparatos o instrumentos, cuyo funcionamiento está basado en las leyes del electromagnetismo.

El electromagnetismo nos trae beneficios:

- Para nuestra diversión (juegos mecánicos, de videos)
- En nuestro trabajo (máquinas eléctricas, computadoras)
- En nuestro hogar (focos, secadoras, televisión, radio, refrigerador)
- En la medicina (rayos X, electroencefalogramas)
- En la comunicación (teléfono, radio, microondas, imprenta, satélites).



En general, en todas las actividades y casi en cada instante de nuestra vida, estamos estrechamente ligados al electromagnetismo y por esta razón debemos familiarizarnos con los conocimientos elementales, conceptos, leyes y teorías que rigen a esta fascinante rama de la física.



## Antecedentes históricos de la electricidad.

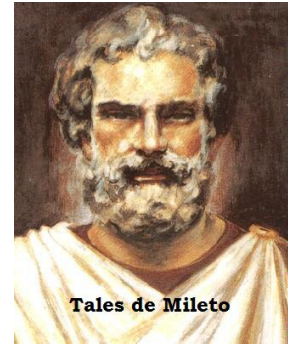
La historia de la electricidad se remonta al año 600 a. C., cuando el filósofo, astrónomo y matemático Tales de Mileto observó que el ámbar (trozo de resina fósil) al ser frotado con piel de gato producía chispas y atraía partículas de pelusa y de paja; también notó la fuerza de atracción en los trozos de una roca magnética llamada piedra imán.

### Ámbar



El vocablo electricidad viene del griego **electrón**, como se le llamaba a un trozo de resina fósil en el año 600 a. C. hoy conocida como ámbar.

Fue prácticamente en el año de 1819, con los experimentos del danés Hans Christian Oersted, cuando la electricidad y el magnetismo se fundieron para dar origen al electromagnetismo. Sin embargo, fue realmente en el año de 1873, con los trabajos de James Clerk Maxwell, apoyado en los trabajos previos de Michael Faraday, André Marie Ampere y otros predecesores, cuando se descubrieron muchos de los secretos y leyes que regulan los fenómenos electromagnéticos.



Tales de Mileto

Los hallazgos de Maxwell han servido de impulso a todo el desarrollo tecnológico que se ha producido en este campo y que ha esparcido sus beneficios a todas las actividades y demás ramas del saber humano. El telégrafo, el radio, teléfono, televisión, microondas, motores, transformadores, electroimanes, refrigeradores, computadoras, rayos X y toda una avalancha de aparatos y dispositivos electromagnéticos, fueron invadiendo el mundo como resultado del dominio del hombre en este campo.

En realidad, la electricidad y el magnetismo son dos formas diferentes en las que se manifiesta un mismo fenómeno

Para comprender el comportamiento eléctrico y magnético que nos muestra la naturaleza, iniciaremos con el estudio de los fenómenos producidos por las cargas eléctricas en reposo.

*"A la rama de la Física que estudia las propiedades y fenómenos producidos por las cargas en reposo se le llama electrostática".*

Aunque una cantidad enorme de fenómenos eléctricos se deben al movimiento de las cargas, para poder entender el comportamiento de éstas en movimiento, debemos comprender primero la electrostática; además, es importante por sí misma, porque nos ayuda a entender la estructura de la materia, ya que muchas de las fuerzas que explican la estructura de los átomos y las moléculas, son de origen electrostático. Por otro lado, cada vez es mayor el número de aparatos que se basan en los principios de la electrostática: Aceleradores de alta energía, altoparlantes electrostáticos, precipitadores eléctricos, etcétera.

Pero, ¿qué son las cargas eléctricas? Para responder la pregunta anterior, haz lo siguiente: Frota un peine de plástico en repetidas ocasiones con tu cabello. Pasado un tiempo se observa que el peine atrae a los cabellos.

En su estado normal el peine y el cabello son eléctricamente neutros, **porque contienen el mismo número de protones y electrones**; además, porque ambos cuerpos tienen sus átomos con igual cantidad de carga, pero con signo contrario.

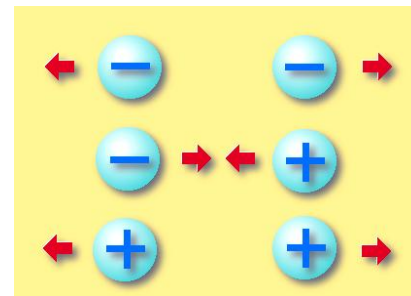
Mientras que una barra de goma gana electrones, una pieza de lana pierde electrones. Una barra de cristal pierde electrones, mientras que una pieza de seda gana electrones.



De acuerdo con esta teoría, el proceso de **"electrizar"** o cargar eléctricamente un cuerpo, **consiste en la transferencia de carga eléctrica** entre los cuerpos que frotamos.



El objeto que recibe los electrones queda con un exceso de carga negativa y el que los cede, queda con un exceso de carga positiva; con la característica de que los objetos con carga de igual signo se repelen y los de carga de signo contrario, se atraen.



Experimentalmente se encuentra que la carga eléctrica no puede crearse ni destruirse. **Cuando se separa una carga positiva siempre se genera una negativa de igual magnitud. Esta es una de las muchas leyes de la Física y recibe el nombre de la ley de la conservación de la carga eléctrica.**

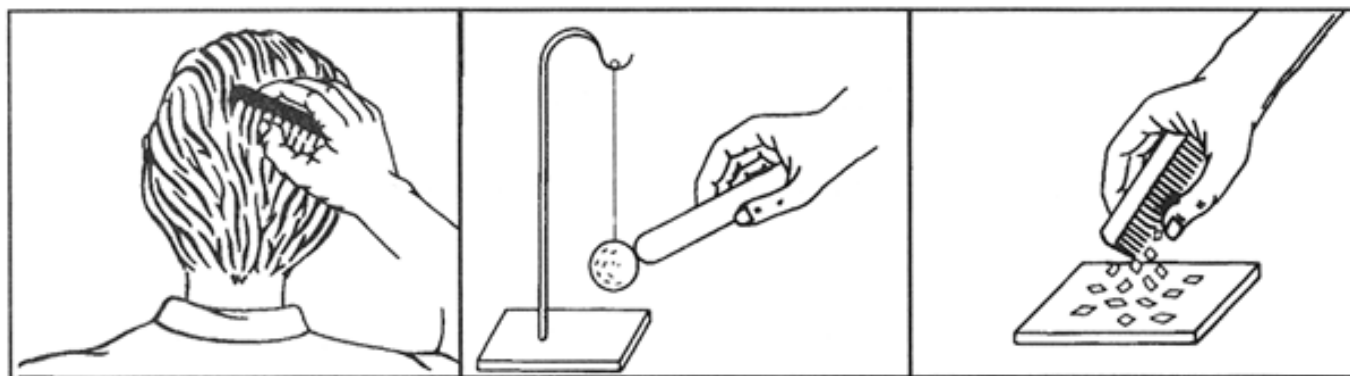
**Formas de electrizar un cuerpo.**

Existen tres formas de cargar eléctricamente un cuerpo o electrizarlo: Por frotamiento, por contacto y por inducción.

**Frotamiento**

**Contacto**

**Inducción**

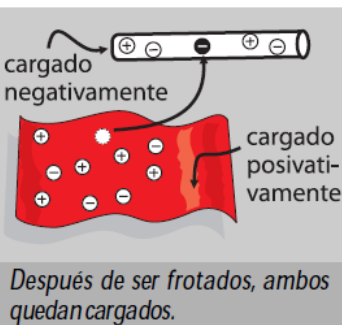
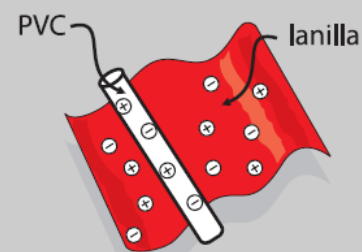


Un cuerpo adquiere energía eléctrica de diversas formas.

Si realizaste el experimento del peine y el cabello te percataste de los efectos eléctricos producidos por la fricción.

Los electrones más internos de un átomo están fuertemente unidos al núcleo, de carga opuesta. Sin embargo, en muchos átomos, los electrones más alejados del núcleo están unidos muy débilmente y pueden extraerse o quitarse con facilidad. La fuerza que retiene a los electrones exteriores varía de una sustancia a otra. Por ejemplo, los electrones, son retenidos con mayor fuerza en el peine que el cabello (al peinarnos, se transfieren los electrones del cabello al peine). Por consiguiente, el peine con un exceso de electrones se carga negativamente; a su vez, el cabello queda con déficit de electrones y adquiere por lo tanto carga positiva.

*Algunos materiales que producen electricidad estática fácilmente son: el vidrio, el ámbar, la bakelita, ceras, franela, seda, rayón, etc., así tenemos: si se frota PVC con lanilla, la varilla gana electrones y se carga negativamente, mientras que la lanilla adquiere carga positiva.*



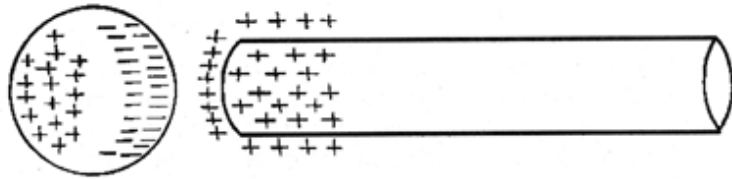
*Después de ser frotados, ambos quedan cargados.*

El caso anterior pertenece al método de carga por frotamiento. Es necesario hacer notar que en este método los cuerpos quedan con cargas contrarias, por esta razón, en algunas ocasiones después de peinarte, al acercar el peine, el cabello trata de acercarse al peine o se dice que se atrae.



Electrización por contacto. Se puede cargar un cuerpo con sólo tocarlo con otro previamente cargado. En este caso, ambos quedan con el mismo tipo de carga, es decir, si toco un cuerpo neutro con otro con carga positiva, el primero también queda con carga positiva.

Electrización por inducción. Un cuerpo cargado eléctricamente puede atraer a otro cuerpo que está neutro. Cuando acercamos un cuerpo electrizado a un cuerpo neutro, se establece una interacción eléctrica entre las cargas del primero y el cuerpo neutro.



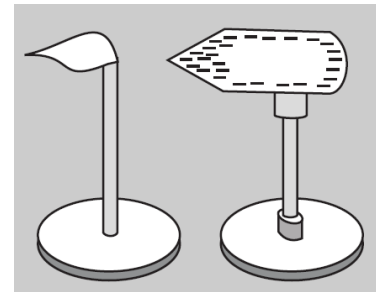
Electrización por inducción.

Como resultado de esta relación, la redistribución inicial se ve alterada: las cargas con signo opuesto a la carga del cuerpo electrizado se acercan a éste.

En este proceso de redistribución de cargas, la carga neta inicial no ha variado en el cuerpo neutro, pero en algunas zonas está cargado positivamente y en otras negativamente.

Decimos entonces, que aparecen cargas eléctricas inducidas. Luego el cuerpo electrizado induce una carga con signo contrario en el cuerpo neutro y por lo tanto, lo atrae.

Poder de las puntas. Una superficie puntual tiene una área muy pequeña y si está cargada, la densidad de carga eléctrica se hace máxima en dicha punta, tanto así que las cargas ahí acumuladas tienden a escaparse más o menos con gran fuerza, generando el llamado "viento eléctrico" capaz de apagar una vela. Una aplicación directa de este fenómeno es el pararrayos.



### Los materiales y su conductividad eléctrica.

La mayor parte de la gente sabe que basta con accionar un botón para que un aparato o dispositivo eléctrico funcione o deje de hacerlo.

También se conoce que la electricidad viaja a través de cables o alambres y que es muy peligroso tocar instalaciones eléctricas sin protección adecuada.

El conocimiento es tan limitado que con frecuencia se confunden conceptos básicos, por ejemplo; cuando falla el suministro de energía eléctrica es común decir "¡se fue la luz!", como si fuera ésta la que viajara por los cables. En su lugar, la expresión más apropiada es "se interrumpió la corriente eléctrica".

De acuerdo con la propiedad que tengan de permitir o no el paso de las cargas eléctricas, en el campo de la electricidad, los materiales se clasifican en conductores, aisladores, semiconductores y superconductores.

- **Conductores.** Son aquellos elementos que tienen en la última capa los orbitales prácticamente desocupados y por ello el número de electrones de valencia es inferior al total de los niveles, es decir, los metales, los electrones más alejados del núcleo están tan débilmente unidos a éste, que pueden ser expulsados o jalados con cierta facilidad, permitiendo con esto el movimiento de las cargas eléctrica.
- **Aisladores.** Son aquellos materiales que no permiten el paso de la carga eléctrica a través de ellos, esto se debe a que cuentan con electrones no disponibles, para interactuar con otros en su última capa orbital.

**Actividad: 2**

**En binas, realicen la siguiente actividad:**

1. Investiguen los métodos para cargar los cuerpos eléctricamente por contacto y por inducción, mencionando ejemplos.
2. ¿De dónde viene la palabra “electricidad”?
3. ¿Cuál es la unidad de medida de las cargas eléctricas?
4. ¿Qué cantidad de carga tiene un electrón? ¿y un protón? ¿y un neutrón?





### Actividad: 2 (continuación)

5. Escriban una A si el material es aislante o una C si es conductor

MATERIAL	
Cobre	
Vidrio	
Plástico	
Madera	
Aluminio	
Bronce	
Cerámica	
Acero	
Aire	

6. Investiguen ¿qué son los materiales semiconductores y superconductores? y ¿cuál es su uso? y menciona al menos tres ejemplos de cada uno de ellos.

Evaluación					
Actividad: 2	Producto: Cuestionario.			Puntaje:	
Saberes					
Conceptual	Procedimental			Actitudinal	
Explica los conceptos básicos acerca de la electrostática: tipos de carga eléctrica, su medida y materiales conductores y aisladores.	Averigua los métodos de carga por conducción e inducción, semiconductores y superconductores.			Es participativo en el trabajo por equipo.	
Coevaluación	C	MC	NC	Calificación otorgada por el docente	



### Ley de Coulomb.

Los materiales, cuando poseen electricidad estática, se comportan de manera diferente dependiendo del tipo y cantidad de carga que posean. Por ejemplo, si interactúan dos cuerpos, uno con carga positiva y otro con carga negativa, se manifestará entre ellos una fuerza de atracción.



El científico francés Charles Augustin Coulomb (1736-1806) inventó la balanza de torsión (ver figura). Para ello cargó una esfera fija con una carga  $q_1$  y otra esfera, situada en el extremo de una varilla colgada, con una carga  $q_2$ . La fuerza ejercida por  $q_1$  sobre  $q_2$  tuerce la varilla y la fibra de la que cuelga. Dichas mediciones permitieron determinar que:

1) La fuerza de interacción entre dos cargas  $q_1$  y  $q_2$  duplica su magnitud si alguna de las cargas dobla su valor, la triplica si alguna de las cargas aumenta su valor en un factor de tres, y así sucesivamente. Concluyó entonces que el valor de la fuerza era proporcional al producto de las cargas:

$F \propto q_1$  y  $F \propto q_2$ , en consecuencia:  $F \propto q_1 q_2$

2) Si la distancia entre las cargas es  $d$ , al duplicarla, la fuerza de interacción disminuye en un factor de 4; al triplicarla, disminuye en un factor de 9 y al cuadruplicar  $d$ , la fuerza entre cargas disminuye en un factor de 16. En consecuencia, la fuerza de interacción entre dos cargas puntuales, es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia:

$$F \propto \frac{1}{d^2}$$

Variación de la Fuerza de Coulomb en función de la distancia asociando las relaciones obtenidas en 1) y 2):

$$F \propto \frac{q_1 q_2}{d^2}$$

Finalmente, se introduce una constante de proporcionalidad para transformar la relación anterior en una igualdad:

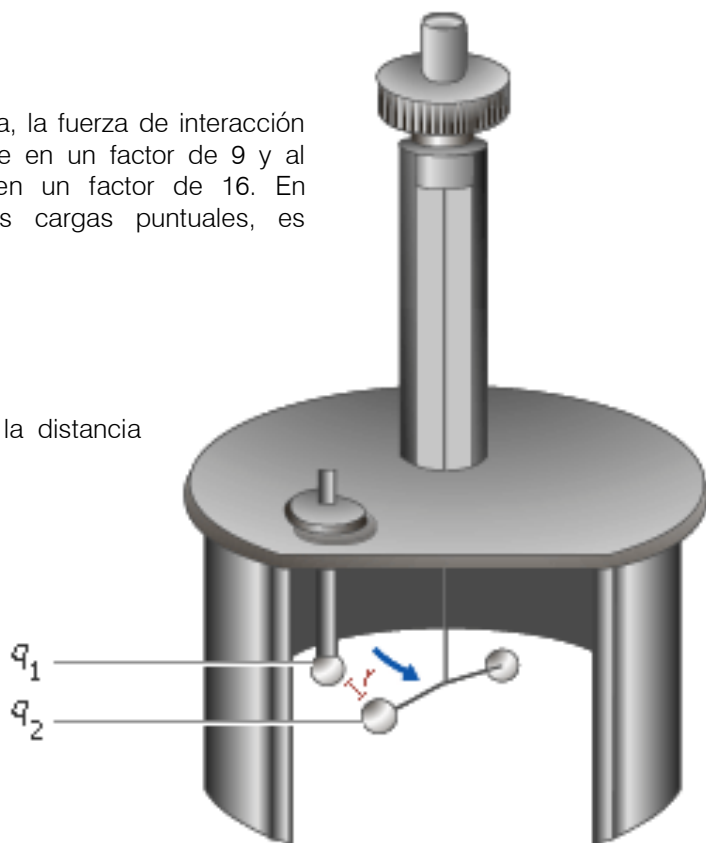
$$F = K \frac{q_1 q_2}{d^2}$$

Donde  $Q_1$  y  $Q_2$  indican el valor de las magnitudes de las cargas.

Para calcular la fuerza entre dos cargas, generalmente no ocupamos el signo de las cargas.

La ecuación representa la Ley de Coulomb enunciándola de la siguiente manera:

<p>“La magnitud de la fuerza entre dos cargas puntuales es proporcional al producto de las dos cargas, <math>Q_1</math> y <math>Q_2</math>, e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre ellas”.</p>	$F = K \frac{q_1 q_2}{d^2}$
---	-----------------------------



El valor de la constante K depende del sistema de unidades escogido y de la sustancia en la que se encuentren las cargas (aire, agua, aceite, etcétera).

La presente tabla contiene algunos valores de la constante:

Medios materiales	Valores de la Constante (K)
Vacío	$9 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$
Aire	$8.99 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$
Gasolina	$3.9 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$
Ámbar	$3.3 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$
Vidrio	$2 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$
Aceite	$1.95 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$
Mica	$1.66 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$
Petróleo	$4.28 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$
Glicerina	$2.09 \times 10^8 \text{ N m}^2/\text{C}^2$
Agua	$1.1 \times 10^8 \text{ N m}^2/\text{C}^2$

Observando la tabla podemos deducir que el valor de la fuerza entre dos cargas prácticamente no cambia, cuando las cambiamos del aire al vacío.

Por ejemplo; en el sistema CGS, la fuerza eléctrica se mide en dinas, la distancia en centímetros y la unidad de carga se elige de modo que a esta unidad de carga se le llama unidad electrostática y se abrevia UES.

"La unidad electrostática es la carga que al estar separada un centímetro de otra de igual magnitud, se ejercen mutuamente una fuerza de una dina"

En el Sistema Internacional de Unidades la unidad de carga eléctrica se denomina "coulomb" (símbolo C) y se define como la cantidad de carga que a la distancia de 1 metro ejerce sobre otra cantidad de carga igual, la fuerza de  $9 \times 10^9 \text{ N}$ . Así pues, la constante  $K = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$

En 1909, el físico americano Robert A. Millikan realizó el experimento que recibió el nombre de la gota de aceite, arrojando como resultado la primera medida directa y convincente de la carga eléctrica de un electrón ( $1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$ ).

En realidad, un Coulomb es una cantidad de carga exageradamente grande, por lo que es necesario el uso de los siguientes prefijos, los cuales se anteponen a la unidad fundamental.

MÚLTIPLO / SUBMÚLTIPLO	PREFIJO	SIMBOLO S.I.
$0.1 = 10^{-1}$	deci	d
$0.01 = 10^{-2}$	centi	c
$0.001 = 10^{-3}$	mili	m
$0.000\ 001 = 10^{-6}$	micro	$\mu$
$0.000\ 000\ 001 = 10^{-9}$	nano	n
$0.000\ 000\ 000\ 001 = 10^{-12}$	pico	p
$0.000\ 000\ 000\ 000\ 001 = 10^{-15}$	femto	f
$0.000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 001 = 10^{-18}$	atto	a
$0.000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 001 = 10^{-21}$	zepto	z
$0.000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 001 = 10^{-24}$	yocto	y

Por ejemplo: 1 microcoulomb =  $1 \mu\text{C} = 1 \times 10^{-6} \text{ C}$ . 1 milicoulomb =  $1 \text{ mC} = 1 \times 10^{-3} \text{ C}$   
 3 microcoulomb =  $3 \mu\text{C} = 3 \times 10^{-6} \text{ C}$ . 1 nanocoulomb =  $1 \text{ nC} = 1 \times 10^{-9} \text{ C}$ .





**Ejemplo:**

De acuerdo con la Ley de Coulomb, ¿qué sucede con la fuerza si aumentamos al doble la primera carga ( $q_1$ ), aumentamos a 3 veces el valor de la segunda carga ( $q_2$ ) y mantenemos la misma distancia de separación?

**Solución:**

Partimos de la Ley de Coulomb:  $F = K \frac{q_1 q_2}{d^2}$  donde  $F$  es la fuerza inicial,  $q_1$  y  $q_2$  son las cargas eléctricas iniciales y  $K$  es la constante de Coulomb.

La primera carga se aumenta al doble y ahora será ( $2q_1$ ). La segunda carga aumenta tres veces y ahora será ( $3q_2$ ).

Sustituyendo los cambios en la ecuación, tenemos:

$$F' = \frac{K(2q_1)(3q_2)}{d^2} \quad \text{Donde } F' \text{ es la fuerza nueva}$$

Multiplicando la variación se obtiene:

$$F' = \frac{6Kq_1q_2}{d^2}$$

Pero la fuerza inicial  $F$  es igual a:  $\frac{Kq_1q_2}{d^2}$

Por lo tanto:  $F' = 6F$

Es decir, la fuerza nueva aumentó 6 veces comparado con la fuerza inicial.

Si la magnitud de la fuerza inicial es de 100 N. ¿Cuál sería el valor de la fuerza nueva?

Sustituyendo en  $F' = 6F$  el valor de la fuerza inicial  $6 \times (100 \text{ N})$  se obtiene el valor de 600 N que es el valor de la fuerza nueva.

**Ejemplo:**

La Ley de Coulomb establece que la fuerza eléctrica entre dos objetos cargados disminuye cuando el cuadrado de la distancia aumenta, manteniendo las mismas cargas. Supongamos que la fuerza original entre dos cuerpos es 60 N, y la distancia entre ellos es triplicada. Con estos datos calcula:

- a) ¿Cuántas veces disminuye la fuerza?
- b) La magnitud o valor de la fuerza nueva.

**Solución:**

Datos:

$F$  es la fuerza inicial = 60 N  
 $q_1$  y  $q_2$  son las cargas iniciales  
 $K$  es la constante de Coulomb

Sustituyendo los cambios en la ecuación  $F = K \frac{q_1 q_2}{d^2}$

obtenemos la siguiente:

$$F' = \frac{Kq_1q_2}{(3d)^2}$$

$F'$  es la fuerza nueva

$$F' = \frac{Kq_1q_2}{9d^2}$$

Como  $F$  es la fuerza inicial y es igual a:  $\frac{Kq_1q_2}{d^2}$

Tenemos que  $F' = \frac{F}{9}$

- a) Es decir, la fuerza nueva disminuye 9 veces comparado con la fuerza inicial.
- b) La magnitud de la fuerza nueva será igual a:  $60 \text{ N} \div 9 = 6.7 \text{ N}$

**Ejemplo:**

Determinar la fuerza eléctrica entre dos cargas de 7 nC y 9 nC, separadas 3 mm. ¿Se ejercerá una fuerza de atracción o de repulsión?

Solución:

De la Ley de Coulomb tenemos:

$$F = K \frac{q_1 q_2}{d^2} = \frac{\left(9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}\right) (7 \times 10^{-9} \text{C}) (9 \times 10^{-9} \text{C})}{(3 \times 10^{-3} \text{m})^2}$$

$$F = 6.3 \times 10^{-2} \text{N}$$

Debemos aclarar que si  $q_1$ , es positiva y  $q_2$  es negativa, la fuerza resultante es de atracción debido a que los signos de las cargas son contrarios.

**Ejemplo:**

Dos pequeñas esferas con cargas idénticas se ejercen una fuerza de repulsión de  $9 \times 10^{-4}$  dinas, cuando la distancia entre ellas es de  $2 \times 10^{-3}$  m. ¿Cuánto vale la carga de cada esfera?

Solución:

Debido a que  $q_1 = q_2$  podemos escribir  $F = \frac{Kq^2}{d^2}$  y despejando  $q$  de la ecuación tendremos:

$$q = \sqrt{\frac{Fd^2}{K}} = \sqrt{\frac{(9 \times 10^{-4} \text{dinas})(0.2 \text{cm})^2}{1 \frac{\text{dinas} \cdot \text{cm}^2}{\text{ues}^2}}} = 6 \times 10^{-3} \text{ues}$$

Como las cargas son iguales, cada esfera contiene  $6 \times 10^{-3}$  ues de carga eléctrica.

Cuando hay más de dos cargas involucradas, podemos calcular la fuerza resultante sobre una de ellos, sumando vectorialmente la fuerza eléctrica que ejerce cada carga vecina. Por ejemplo, supongamos que tenemos tres esferas cargadas y queremos determinar la fuerza total sobre una de ellas. Para ello, con la ecuación de la Ley de Coulomb obtendremos la magnitud de cada fuerza que actúe sobre la carga  $q$  seleccionada; la fuerza total  $\mathbf{F}$  que actúa sobre dicha carga está dada por la suma vectorial de todas las fuerzas que actúan sobre la carga.

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n$$



**Ejemplo:**

Tres cargas  $q_1 = +5 \mu\text{C}$ ,  $q_2 = -5 \mu\text{C}$  y  $q_3 = +5 \mu\text{C}$  se fijan en las esquinas de un triángulo equilátero de  $3.0 \times 10^{-2} \text{ m}$  de lado. Encuentre la magnitud y la dirección de la fuerza neta o resultante sobre la carga  $q_3$  debida a las otras cargas.

**Solución:**

Usando la ecuación de la ley de Coulomb determinamos la magnitud de la fuerza que ejerce  $q_1$  sobre la carga  $q_3$ .

$$F_{13} = \frac{K q_1 q_3}{(d_{13})^2}$$

$$F_{13} = \frac{\left(9 \times 10^{-9} \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}\right)(5 \times 10^{-6} \text{C})(5 \times 10^{-6} \text{C})}{(3 \times 10^{-2} \text{ m})^2}$$

$$F_{13} = \frac{0.225 \text{ Nm}^2}{9 \times 10^{-4} \text{ m}^2}$$

$$F_{13} = 250 \text{ N (Repulsión)}$$

Puesto que tanto  $q_1$  como  $q_3$  son positivas, la fuerza  $F_{13}$  es de repulsión y está dirigida como se indica en la siguiente figura.

Calculemos la fuerza  $F_{23}$  de la misma manera que determinemos  $F_{13}$ . Su magnitud es:

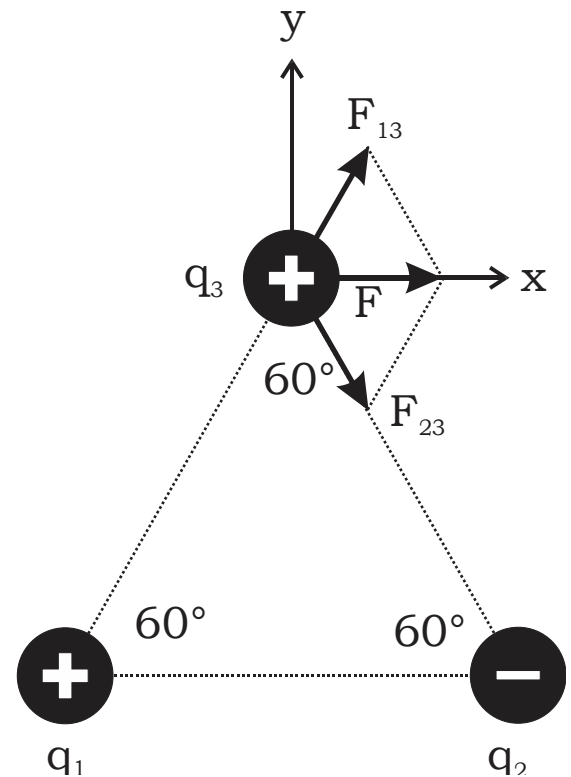
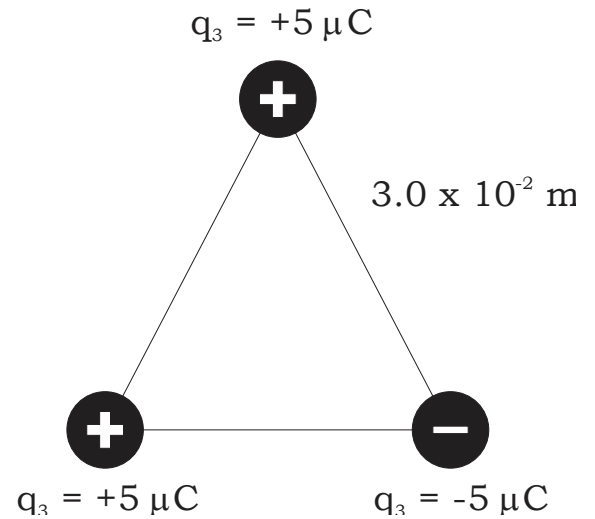
$$F_{23} = \frac{K q_2 q_3}{(d_{23})^2}$$

$$F_{23} = \frac{\left(9 \times 10^{-9} \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}\right)(5 \times 10^{-6} \text{C})(5 \times 10^{-6} \text{C})}{(3 \times 10^{-2} \text{ m})^2}$$

$$F_{23} = \frac{0.225 \text{ Nm}^2}{9 \times 10^{-4} \text{ m}^2}$$

$$F_{23} = 250 \text{ N (Atracción)}$$

Debido a que el signo de la carga de  $q_2$  es opuesto al signo de  $q_3$ , la fuerza de  $F_{23}$  es de atracción y está dirigida hacia  $q_2$  como se indica en la figura.





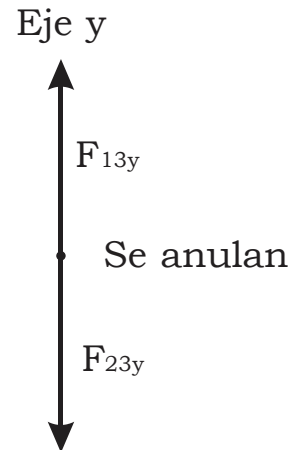
Las dos fuerzas que acabamos de calcular indican la magnitud y forman ángulos iguales de  $60^\circ$  con el eje  $x$  positivo. En consecuencia, sus componentes resultan iguales y opuestas en eje de "y", por ello suman cero.

Sin embargo, sus componentes en el eje "x" se suman para producir una fuerza neta, cuya magnitud se puede calcular de la siguiente forma.

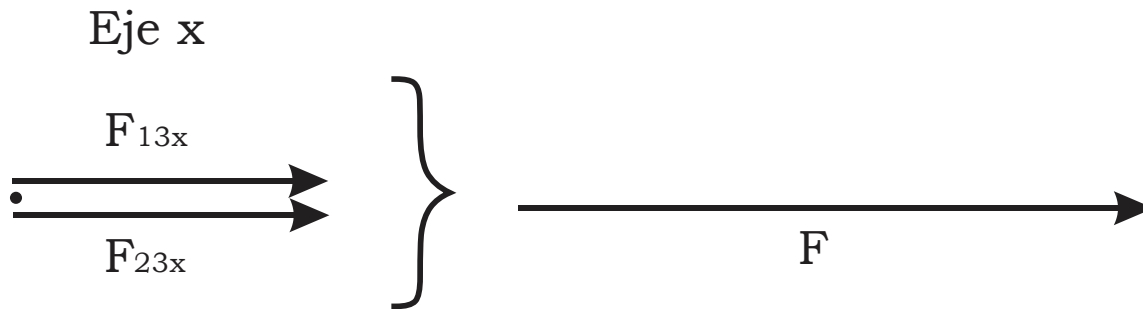
$$F_{13x} = F_{13} \cos 60^\circ = 250 \text{ N} \times \cos 60^\circ = 250 \text{ N} \times 0.5 = 125 \text{ N}$$

$$F_{23x} = F_{23} \cos 60^\circ = 250 \text{ N} \times \cos 60^\circ = 250 \text{ N} \times 0.5 = 125 \text{ N}$$

$$F = F_x = 125 \text{ N} + 125 \text{ N} = 250 \text{ N}$$



Donde la dirección de la fuerza neta apunta hacia la derecha a lo largo del eje  $x$ , como se muestra en la figura



Notas

---



---



---



---



---



---



---



---



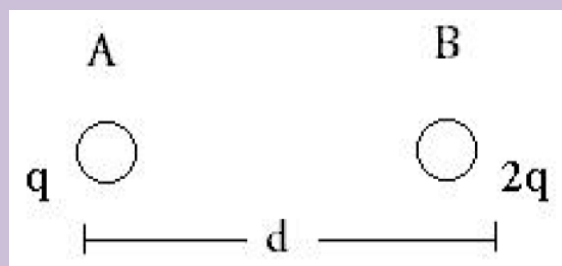
## Actividad: 3



**En forma individual, resuelve los siguientes ejercicios:**

1. Dos esferas cargadas, A y B, están inicialmente separadas por una distancia  $d$ . La esfera A tiene una carga  $q$  y la esfera B tiene una carga  $2q$ .

a) Calcula la magnitud de la fuerza que A ejerce sobre B.



b) Calcula la magnitud de la fuerza que B ejerce sobre A.

2. Considera cuatro objetos electrizados A, B, C y D. Se halla que A repele a B y atrae a C. A su vez, C repele a D. Si sabemos que D está electrizado positivamente, ¿Cuál es el signo de la carga en B?

3. Dos cargas eléctricas puntuales se encuentran separadas a una distancia de  $4.0 \times 10^{-2}$  m, y se repelen con una fuerza de  $27 \times 10^{-4}$  N. Suponiendo que la distancia entre ellas se aumenta  $12 \times 10^{-2}$  m.

a) ¿Cuántas veces se incrementó la distancia entre las cargas?





### Actividad: 3 (continuación)

b) ¿La fuerza entre las cargas aumentó o disminuyó? ¿Cuántas veces?

c) Entonces, ¿Cuál es el nuevo valor de la fuerza de repulsión entre las cargas?

Evaluación					
Actividad: 3	Producto: Ejercicio práctico			Puntaje:	
Saberes					
Conceptual	Procedimental			Actitudinal	
Generaliza la Ley de Coulomb en aplicaciones prácticas.	Descifra implicaciones de la Ley de Coulomb en aplicaciones prácticas.			Cumple responsablemente con los requerimientos para el desarrollo de la actividad.	
Autoevaluación	C	MC	NC	Calificación otorgada por el docente	



## Campo eléctrico.

Los físicos del siglo XIX, específicamente el inglés Michael Faraday, introdujeron otra idea: el concepto de **campo eléctrico**.

Este campo eléctrico representa la causa de las fuerzas eléctricas que experimenta un cuerpo cargado en cada punto del espacio. Este campo aparece, o tiene su origen, a su vez, en otras cargas. Pero, no necesitamos saber qué cargas son esas, una vez que sabemos los detalles del campo mismo. De esta manera, independizamos conceptualmente el campo de las cargas. Pueden ser consideradas entidades separadas, los campos y las cargas, que interactúan entre sí: el campo afecta a la carga y la carga al campo.

El campo, eléctrico es una función que a cada punto del espacio le asigna una intensidad y una dirección, y que corresponden más o menos a la intensidad y dirección de la fuerza que una carga experimentaría puesta en ese lugar. Más precisamente, es la fuerza dividida por la carga, esto es, son las unidades de fuerza por cada unidad de carga que allí, en el respectivo punto del espacio, experimentaría un objeto cargado.

El campo eléctrico **E** se define como "la fuerza eléctrica que experimenta una carga de prueba positiva  $+q$  entre dicha carga".

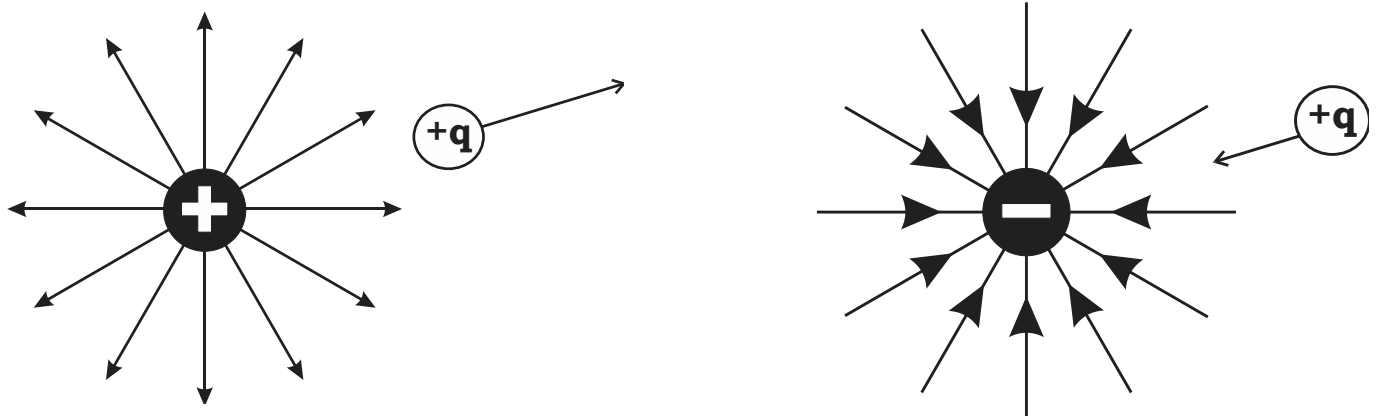
$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$	<p>Donde E representa el Campo Eléctrico. F es la fuerza eléctrica y q es la carga que experimenta la fuerza.</p>
-------------------------------	---

Faraday introdujo la idea de "líneas de fuerza" que actúan sobre los objetos cargados que se encuentran alrededor de ellas.

Las cargas eléctricas no precisan de ningún medio material para ejercer su influencia sobre otras, de ahí que las fuerzas eléctricas sean consideradas fuerzas de acción a distancia. Cuando en la naturaleza se da una situación de este estilo, se recurre a la idea de campo para facilitar la descripción en términos físicos de la influencia que uno o más cuerpos ejercen sobre el espacio que les rodea.

La noción física de campo se corresponde con la de un espacio dotado de propiedades medibles. En el caso de que se trate de un campo de fuerzas, éste viene a ser aquella región del espacio en donde se dejan sentir los efectos de fuerzas a distancia.

El campo eléctrico se suele representar como líneas de campo eléctrico o también llamadas **líneas de fuerza**.



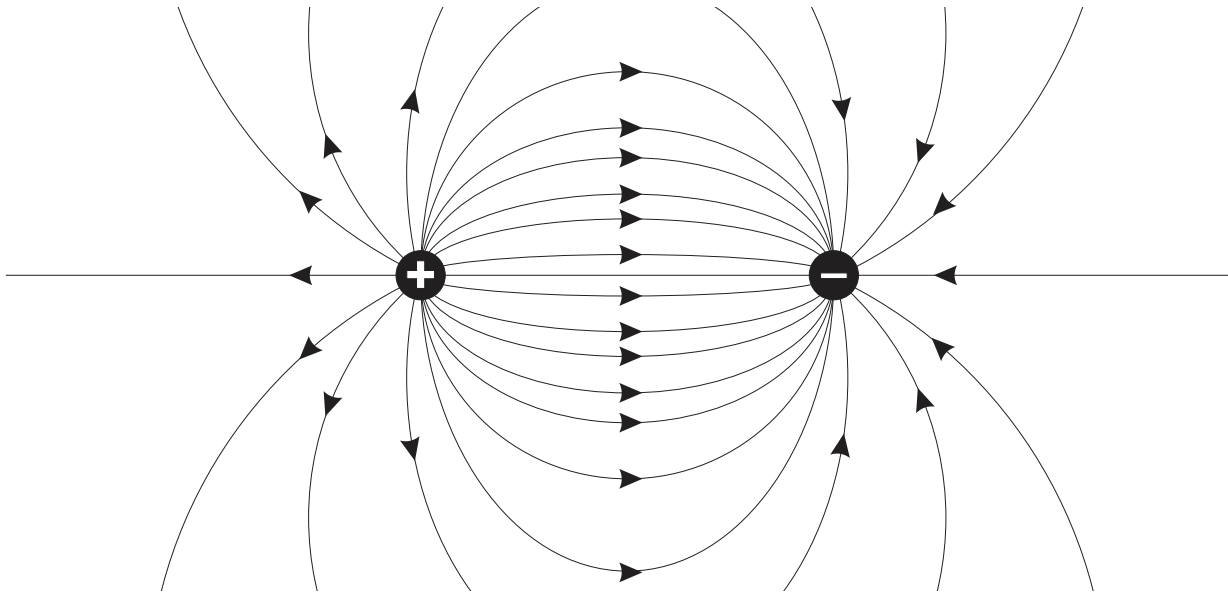
Las líneas de fuerza son representaciones gráficas de la trayectoria que seguiría un detector del campo si fuera colocado en dicha región.

Por ejemplo, en los puntos cercanos a una carga positiva, el campo eléctrico apunta radialmente alejándose de la carga.

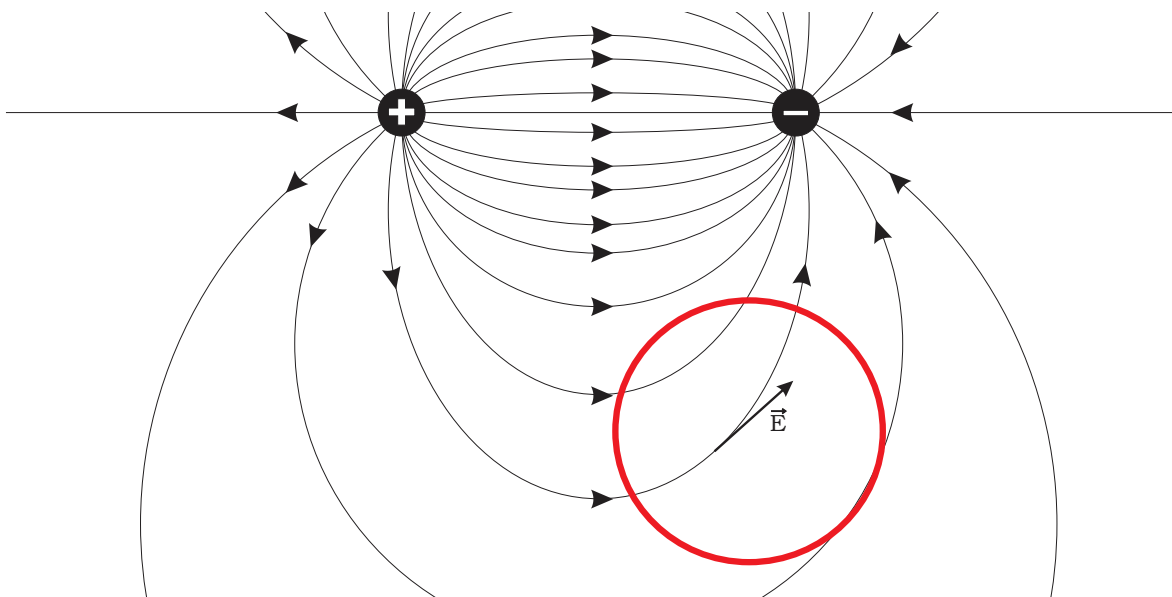


Las líneas de campo pueden ser curvas. Esto sucede cuando se superponen o suman los campos eléctricos en un mismo espacio, por ejemplo: cuando colocamos dos cargas de igual magnitud, pero de signo contrario, separadas una distancia "d". A esta disposición le llamamos dipolo eléctrico.

Las líneas de fuerza tienen una serie de propiedades:



1. Las líneas de fuerza van siempre de las cargas positivas a las cargas negativas (o al infinito).
2. Las líneas son uniformes y continuas con origen en las cargas positivas y final en las negativas.
3. Las líneas de fuerza jamás pueden cruzarse. Si las líneas de fuerza se cortaran, significaría que en dicho punto, el campo eléctrico poseería dos direcciones distintas, pero a cada punto sólo le corresponde un valor único de intensidad de campo.

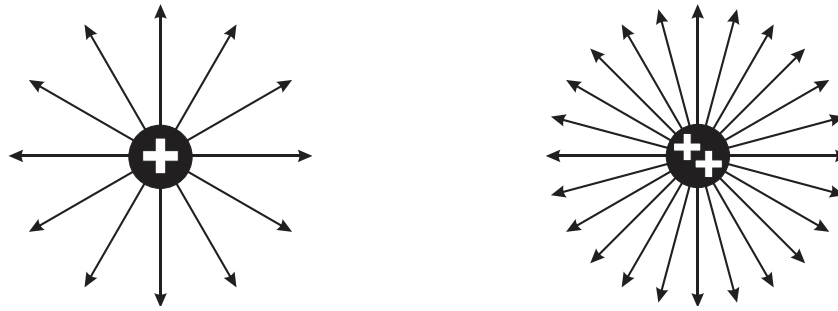


4. Una línea de campo eléctrico es una línea tal que es tangente a la misma, en cualquier punto, es paralela al campo eléctrico existente en esa posición.

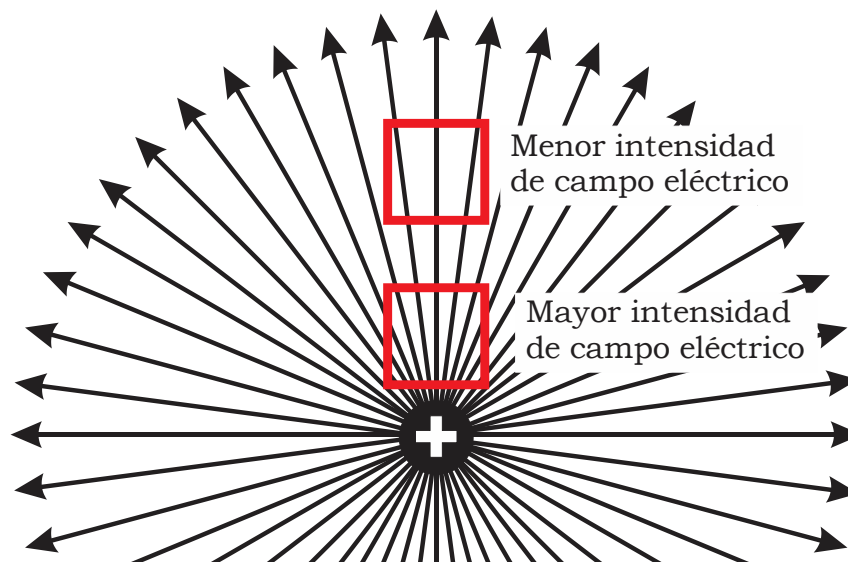




5. El número de líneas de fuerza es siempre proporcional a la carga.



6. La densidad de líneas de fuerza en un punto es siempre proporcional al valor del campo eléctrico en dicho punto.



La intensidad y dirección del campo eléctrico  $E$  en un punto, debido a varias cargas, es la suma vectorial de las intensidades eléctricas debidas a las cargas individuales, es decir,

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \dots + \vec{E}_n$$

Ejemplo:

a) Encuentra la intensidad y la dirección del campo eléctrico que produce una carga de  $-7 \text{ nC}$  en un punto situado a  $8 \text{ cm}$  a la derecha de la carga. b) La magnitud y la dirección de la fuerza que experimenta un electrón colocado en ese punto.

Solución:

a) De la ecuación de campo tenemos:

$$E = \frac{F}{q} = \frac{KqQ}{qd^2} = \frac{KQ}{d^2}$$



$$E = \frac{KQ}{d^2} = \frac{\left(9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}\right) (7 \times 10^9 \text{ C})}{(0.08 \text{ m})^2} = 9.84 \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}}, \text{dirigido hacia la carga } Q$$

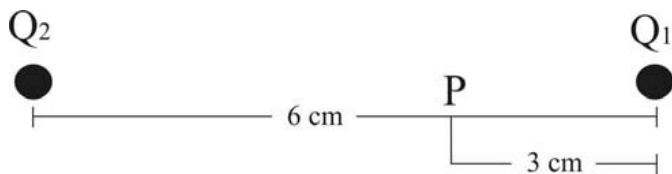
b) De la ecuación  $E = \frac{F}{q}$  despejamos F:

$$F = qE = (1.6 \times 10^{19} \text{ C})(9.84 \times 10^3) = 1.57 \times 10^{-15} \text{ N}$$

El signo positivo indica que la fuerza sobre el electrón es de repulsión, así el electrón tiende a alejarse de dicho punto.

### Ejemplo:

Determina la intensidad y dirección del campo eléctrico total en el punto P, entre las cargas  $Q_1 = 6 \text{ pC}$  y  $Q_2 = -8 \text{ pC}$  separadas 9 cm en el aire.



Solución:

La carga  $Q_1$  genera un campo eléctrico en el punto P, que podemos determinar con la ecuación:

$$E_1 = \frac{KQ_1}{d_1^2} = \frac{\left(9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}\right) (6 \times 10^{-12} \text{ C})}{(0.03 \text{ m})^2} = 60 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

Y está dirigido hacia la carga  $Q_2$ , por otra parte, la carga  $Q_2$  también genera un campo en el punto P dado por:

$$E_2 = \frac{KQ_2}{d_2^2} = \frac{\left(9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}\right) (8 \times 10^{-12} \text{ C})}{(0.06 \text{ m})^2} = 20 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

y dirigido hacia  $Q_2$ . Por esta razón los campos  $E_1$  y  $E_2$  se suman (recordar que son vectores y llevan la misma dirección) así:

$$E = E_1 + E_2 = 60 \frac{\text{N}}{\text{C}} + 20 \frac{\text{N}}{\text{C}} = 80 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

dirigido hacia la carga  $Q_2$ .

**Actividad: 4****En binas, investiguen lo siguiente:**

¿Qué es la Jaula de Faraday y cómo funciona? Consulten varias fuentes y hagan un dibujo que muestre las aplicaciones prácticas.

**En forma individual, resuelve los siguientes problemas.**

1. Determina la magnitud del campo eléctrico en el que se encuentra una carga de 2.5 C si recibe una fuerza de 5 Newton.
2. Un objeto pequeño que posee una carga de  $-4.0 \text{ nC}$  experimenta una fuerza hacia abajo de  $5 \times 10^4 \text{ N}$  cuando se coloca en un lugar donde existe campo eléctrico.
  - a) ¿Cuál es la magnitud y dirección del campo eléctrico en ese punto?
  - b) ¿Cuál sería la magnitud y la dirección de la fuerza que actuaría sobre un protón colocado en ese punto del campo eléctrico?  $q_e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$





### Actividad: 4 (continuación)

3. Dos cargas positivas de 3 y 5  $\mu\text{C}$  se encuentran separadas 1 cm.
  - a) ¿Qué fuerza ejercen entre sí?
  
  - b) ¿Qué campo crea la primera sobre la segunda?
  
4. Determina la magnitud y dirección del campo eléctrico que una partícula de 8  $\mu\text{C}$  produce en un punto situado a 20 cm a la derecha de dicha carga.
  
5. Una carga puntual  $q_1 = -6.0 \text{ nC}$  está en el origen de coordenadas y una segunda carga puntual,  $q_2 = 4.9 \text{ nC}$  está sobre el eje X en  $X = 0.8 \text{ m}$ . Encuentra el campo eléctrico en magnitud y dirección en cada uno de los puntos sobre el eje X, dados a continuación:

a) $X = 0.2 \text{ m}$	b) $X = 1.2 \text{ m}$	c) $x = -0.2 \text{ m}$
------------------------	------------------------	-------------------------

Evaluación					
Actividad: 4	Producto: Ejercicio práctico.			Puntaje:	
Saberes					
Conceptual	Procedimental			Actitudinal	
Concreta el concepto de Campo Eléctrico en aplicaciones prácticas.	Interpreta los alcances del concepto de Campo Eléctrico en aplicaciones prácticas.			Es perseverante y trata de resolver sus dudas.	
Autoevaluación	C	MC	NC	Calificación otorgada por el docente	

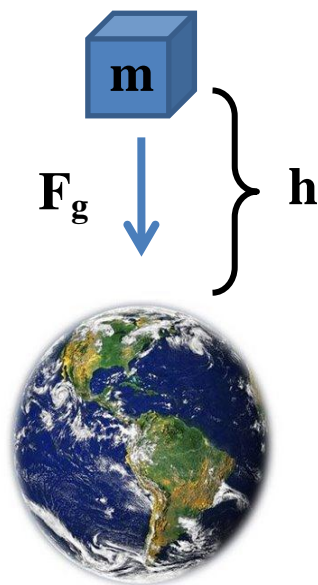


### Energía potencial eléctrica.

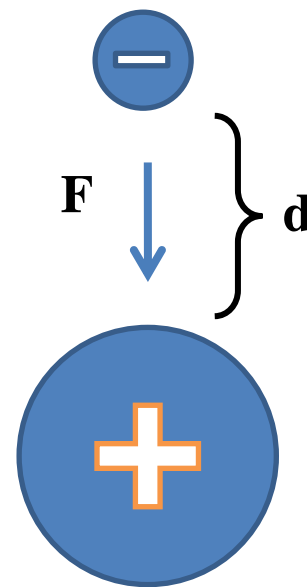
Recordemos la relación entre el trabajo y la energía potencial. Se realiza trabajo, cuando una fuerza desplaza un objeto en la dirección de la fuerza. Un objeto tiene energía potencial en virtud de su posición; si alzas un objeto a cierta altura, estás realizando trabajo sobre el objeto. Además, estás incrementando su energía potencial gravitacional. Cuanto mayor es la altura a la que llevas el objeto, más grande es el aumento en su energía potencial. La realización de trabajo sobre el objeto hace que aumente su energía potencial gravitacional.

Análogamente, un objeto con carga puede tener energía potencial en virtud de su posición en un campo eléctrico. Del mismo modo que se requiere trabajo para alzar un objeto contra el campo gravitacional de la Tierra, se necesita trabajo para empujar una partícula con carga contra el campo eléctrico de un cuerpo cargado.

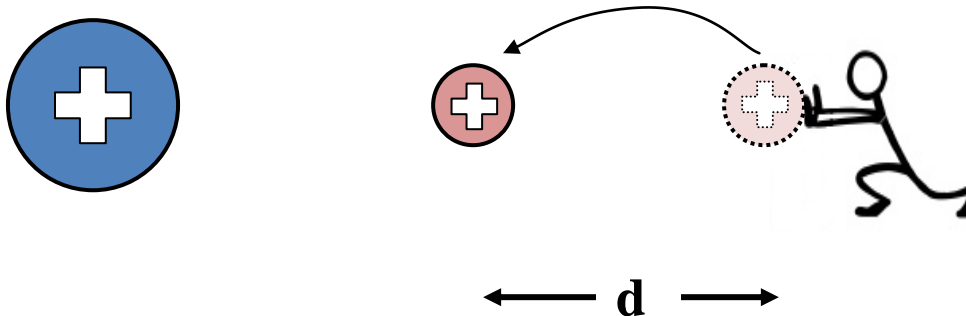
#### Energía potencial gravitatoria



#### Energía potencial eléctrica



Imaginemos una carga positiva pequeña ubicada a cierta distancia de una esfera positivamente cargada. Si acercamos la carga pequeña a la esfera invertiremos energía en vencer la repulsión eléctrica. Del mismo modo que se realiza trabajo al comprimir un resorte, se hace trabajo al empujar la carga contra el campo eléctrico de la esfera. Este trabajo es equivalente a la energía que adquiere la carga. La energía que ahora posee la carga en virtud de su posición se llama energía potencial eléctrica.



En el curso de Física 1 vimos que el trabajo realizado por una fuerza (sin inclinación con el desplazamiento que produce) es:  $W = Fd$ . Cuando desplazamos la carga eléctrica contra la fuerza de repulsión, se adquiere energía potencial, que es igual al trabajo realizado:

$$W = E_p$$

$$W = E_p = Fd$$

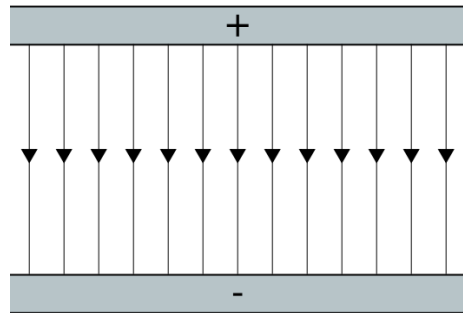
Sustituyendo la fuerza en la ecuación de la ley de Coulomb:

$$E_p = \left( \frac{Kq_1q_2}{d^2} \right) (d)$$

Por lo tanto, la ecuación queda de la siguiente forma:

$E_p = \frac{Kq_1q_2}{d}$	Energía potencial para un sistema de dos cargas puntuales (esferas infinitamente pequeñas)
---------------------------	--

En una carga puntual, las líneas de fuerza se van separando con la distancia, lo que indica, como ya vimos, que el campo eléctrico va disminuyendo. Sin embargo, es posible conseguir líneas de fuerza paralelas, con lo que estaríamos logrando un campo eléctrico uniforme (constante). Un ejemplo de lo anterior es cuando tenemos dos placas planas con carga positiva y negativa, respectivamente.



En este caso  $W = E_p = Fd$ . Y dado que el campo eléctrico es  $E = F/q$ , despejando  $F$ , tenemos  $F = qE$  y entonces:

$$E_p = qEd$$

(cuando el campo eléctrico es constante)

Un hecho importante, es que la energía se conserva en el caso de que las fuerzas que actúen sean conservativas y, en este caso, la energía potencial eléctrica se puede transformar en energía cinética y las cargas eléctricas se moverán siempre hacia donde su energía potencial disminuya, de hecho:

Las cargas eléctricas, cuando tienen libertad para moverse, siempre se mueven hacia regiones donde su energía potencial sea menor.

Este movimiento de las cargas eléctricas se conoce como **corriente eléctrica**. Este concepto se tratará con mayor detenimiento en temas posteriores y tiene mucha importancia en tecnología porque es la base del funcionamiento de todos los circuitos eléctricos.

### Potencial eléctrico y voltaje.

El Potencial eléctrico está relacionado con la energía Potencial eléctrica y se define como:

El cociente de la energía potencial eléctrica que posee la carga  $q$  en un punto, entre la misma carga.

y se representa:

$$V = \frac{E_p}{q}$$



La unidad de potencial eléctrico en el Sistema Internacional de medidas resulta de dividir la unidad de energía (Joule) entre la unidad de carga (Coulomb) y se llama Volt. Es una cantidad escalar, es decir, no tiene dirección ni sentido,

pues resulta de dividir un escalar entre un escalar ( $V = \frac{E_p}{q}$ )

Supongamos un sistema formado por dos cargas; cuantificamos la energía potencial del sistema como  $E_p = \frac{K Q_A q_B}{d}$ . Al dividir entre "q<sub>B</sub>", tendremos:  $V = \frac{K Q_A q_B}{q_B d}$  y por lo tanto:  $V = \frac{K Q_A}{d}$

A esto se le conoce como el potencial eléctrico absoluto; depende sólo de la carga generadora y de la distancia a la cual se coloca la carga detectora. Por tanto, el potencial eléctrico será el mismo en cualquier punto colocado a la misma distancia de la carga Q. Así, pueden detectarse superficies equipotenciales (de igual potencial eléctrico) al mover la carga de prueba, sin variar la distancia a la carga generadora.

Cuando dos puntos A y B tienen diferente potencial eléctrico se dice que tienen una diferencia de potencial o "voltaje",

el cual podemos cuantificar con la ecuación  $V = \frac{\Delta E_p}{q}$ , pero como  $\Delta E_p$  es la energía que se adquiere y ésta es igual al trabajo realizado,  $W = \Delta E_p$  y tenemos:

$$V_{AB} = \frac{W}{q}$$

Pero para el caso particular de dos puntos A y B, cercanos a una carga Q, el voltaje se obtiene:

$$V_{AB} = \frac{KQ}{d_A} - \frac{KQ}{d_B}$$

Agrupando y factorizando se llega a la siguiente ecuación

$$V_{AB} = KQ \left( \frac{1}{d_A} - \frac{1}{d_B} \right)$$

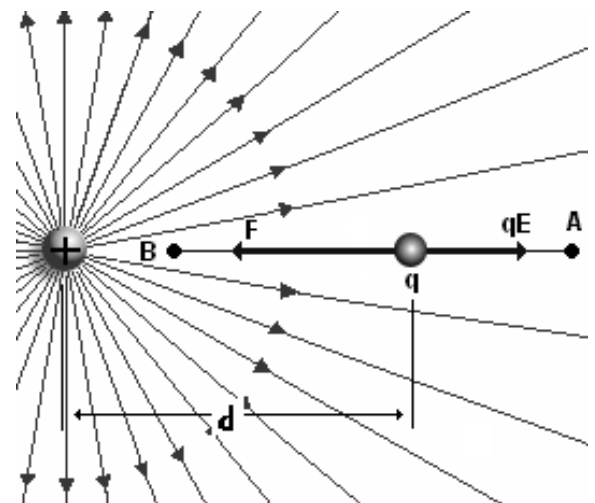
### Ejemplo

¿Cuál es la energía potencial eléctrica que posee un sistema de dos cargas de 6 μC y 9 μC, separadas a una distancia de 0.4 cm en el aire?

Solución:

Empleando la ecuación  $E_p = \frac{K Q q}{d}$  tenemos:

$$E_p = \frac{\left( 9 \times 10^9 \frac{N m^2}{C^2} \right) (6 \times 10^{-6} C) (9 \times 10^{-6} C)}{4 \times 10^{-3} m} = 121.5 \text{ Joules}$$

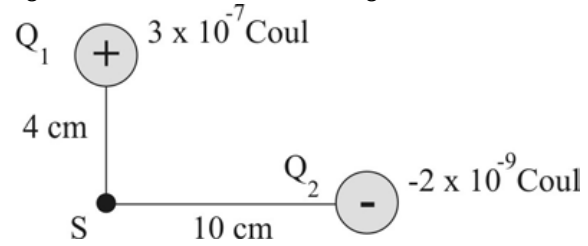


**Ejemplo:**

Calcular el potencial eléctrico absoluto en el punto S, cerca de dos cargas, como se muestra en la figura:

Solución:

Cuando una carga de prueba "q" positiva es colocada en el punto S, se realiza trabajo contra la fuerza de repulsión de  $Q_1$  y la fuerza de atracción de  $Q_2$ , por lo cual, valorando la capacidad de hacer este trabajo tendremos:



Debido a  $Q_1$ :

$$V_1 = \frac{KQ_1}{d_1} = \frac{\left(9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}\right)(3 \times 10^{-7} \text{ C})}{4 \times 10^{-2} \text{ m}} = 67500 \text{ volts}$$

Debido a  $Q_2$ :

$$V_2 = \frac{KQ_2}{d_2} = \frac{\left(9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}\right)(-2 \times 10^{-9} \text{ C})}{0.1 \text{ m}} = -180 \text{ volts}$$

Como el potencial eléctrico es un escalar, es un número sin dirección, simplemente positivo o negativo y se puede sumar o restar, según su signo.

$$V_s = V_1 + V_2 = 67500 \text{ volts} + (-18 \text{ volts}) = 67320 \text{ volts}$$

Al obtener el resultado positivo, se concluye que la fuerza de repulsión, sobre la carga de prueba fue más fuerte que la de atracción sobre la misma y quien realmente genera la capacidad de hacer trabajo (el potencial) es la carga  $Q_1$ .

**Ejemplo:**

Determinar el voltaje entre dos puntos A y B, separados respectivamente 20 cm y 40 cm de un cuerpo cuya carga es de 6 mC.

Solución:

Empleando la ecuación  $V_{AB} = KQ \left( \frac{1}{d_A} - \frac{1}{d_B} \right)$  tendremos:

$$V_{AB} = \frac{\left(9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}\right)(6 \times 10^{-3} \text{ C})}{0.2 \text{ m}} - \frac{\left(9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}\right)(6 \times 10^{-3} \text{ C})}{0.4 \text{ m}}$$

$$V_{AB} = 1.35 \times 10^8 \text{ volts}$$





## Actividad: 5



En equipos de 3, investiguen lo siguiente y realicen una discusión grupal.

1. ¿Qué es un electrón volt y dónde se usa?
2. ¿Qué es una pila eléctrica?
3. ¿Qué es una batería eléctrica?
4. ¿Qué diferencia encuentras entre una pila y una batería eléctrica?
5. ¿Cómo funcionan las celdas eléctricas y cuál es su símbolo?

En forma individual, resuelve los siguientes ejercicios:

1. Dos cargas de  $6 \times 10^{-5} \text{ C}$  y  $5 \times 10^{-2} \text{ C}$  están separadas 5 metros. ¿Cuál es la energía potencial del sistema?







**Actividad: 5 (continuación)**



5. La energía potencial de un sistema que consiste de dos cargas idénticas es de  $4.5 \times 10^{-3} \text{ J}$ , cuando su separación es de 38 mm. ¿Cuál es la magnitud de la carga?



Evaluación					
Actividad: 5		Producto: Ejercicio práctico.		Puntaje:	
Saberes					
Conceptual	Procedimental			Actitudinal	
Confronta el concepto de Potencial Eléctrico en aplicaciones prácticas.	Demuestra el concepto de Campo Eléctrico en aplicaciones prácticas.			Contribuye al trabajo en equipo con interés.	
Coevaluación	C	MC	NC	Calificación otorgada por el docente	

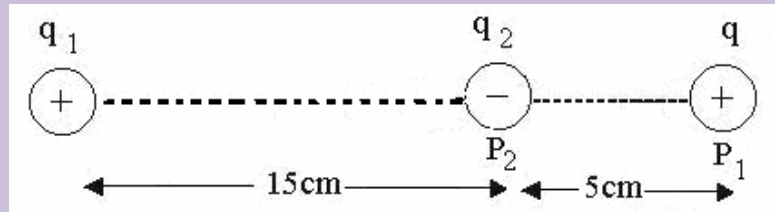
## ■ Cierre



### Actividad: 6

En forma individual, resuelve los siguientes ejercicios:

- Se tienen dos partículas que están interactuando con una fuerza de 10 N, separadas a una distancia de 5 metros. Si el valor de la segunda carga es de  $3 \times 10^{-3} \text{ C}$ , Encuentre la magnitud de la primera carga.
- La figura de este problema muestra dos cargas puntuales,  $q_1 = 4.0 \mu\text{C}$  y  $q_2 = -1.5 \mu\text{C}$ . Una carga positiva  $q = 2.0 \times 10^{-7} \text{ C}$ , es colocada en el punto  $P_1$  situado a 5.0 cm de  $q_2$  suponiendo que estas cargas se encuentran en el aire, responda:



- ¿Cuál es la magnitud y el sentido de la fuerza ejercida por  $q_1$  sobre  $q$ ?
- ¿Cuál es la magnitud y el sentido de la fuerza ejercida por  $q_2$  sobre  $q$ ?
- ¿Cuál es la magnitud y el sentido de la fuerza eléctrica resultante que actúa sobre  $q$ ?





**Actividad: 6 (continuación)**



3. Determinar la magnitud y dirección del campo eléctrico que una partícula de  $8 \mu\text{C}$  produce en un punto situado a 20 cm a la derecha de dicha carga.
  
4. Calcula el potencial eléctrico en un punto B, el cual se encuentra a una distancia de 6 metros de una carga de  $-9 \times 10^{-7} \text{ C}$ .
  
5. Un campo eléctrico uniforme de  $2.5 \times 10^2 \text{ V/m}$  existe entre dos placas paralelas con carga. ¿Cuánto trabajo se requiere para mover una carga de  $-4 \mu\text{C}$  a una distancia de 10 cm en la dirección del campo?



Evaluación					
Actividad: 6	Producto: Ejercicio práctico.			Puntaje:	
Saberes					
Conceptual	Procedimental			Actitudinal	
Resume los conceptos relativos a la Electrostática.	Aplica los conceptos y leyes de la Electrostática.			Se interesa por lograr un buen aprendizaje.	
Autoevaluación	C	MC	NC	Calificación otorgada por el docente	

## Secuencia didáctica 2 Electrodinámica.

### ► Inicio



#### Actividad: 1

En equipos de tres, respondan a las siguientes preguntas y comenten en forma grupal.

1. ¿Qué entienden por corriente eléctrica?
2. ¿Cómo funciona una resistencia eléctrica?
3. ¿Qué es un circuito eléctrico?

Evaluación					
Actividad: 1	Producto: Cuestionario.			Puntaje:	
Saberes					
Conceptual	Procedimental			Actitudinal	
Reconoce conceptos básicos acerca de la corriente eléctrica.	Realiza un debate grupal acerca de la corriente eléctrica.			Se atiene a las normas de la dinámica.	
Coevaluación	C	MC	NC	Calificación otorgada por el docente	



## ► Desarrollo

### Fundamentos de la electrodinámica.

Al contrario de lo que ocurre con la electrostática, la electrodinámica se caracteriza porque las cargas eléctricas se encuentran en constante movimiento. La electrodinámica se fundamenta, precisamente, en el movimiento de los electrones o cargas eléctricas que emplean como soporte un material conductor de la corriente eléctrica para desplazarse.

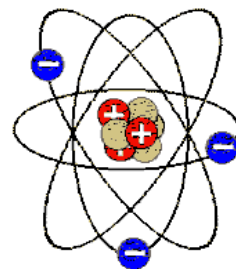
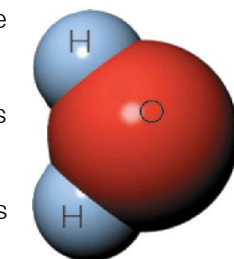
Todos los cuerpos conocidos en la naturaleza, ya sean sólidos, líquidos o gaseosos, se componen de átomos o moléculas de elementos químicos simples o compuestos.

Las moléculas del agua que tomamos para aliviar la sed, por ejemplo, están formadas por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno ( $H_2O$ ).

En un vaso de agua están presentes miles de millones de moléculas formadas por esos dos elementos químicos.



Todos los átomos o moléculas simples se componen de un núcleo formado por protones y neutrones, y alrededor de ese núcleo gira constantemente una nube de electrones situados en una o en varias órbitas, según el elemento químico de que se trate, de forma similar a como giran los planetas alrededor del sol. Es decir, que cada átomo viene siendo un sistema solar en miniatura.



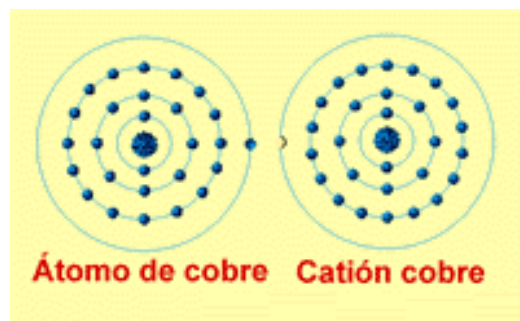
Los protones de los átomos poseen siempre carga eléctrica positiva, los neutrones carga neutra y los electrones carga eléctrica negativa.

La cantidad de protones presentes en el núcleo de un átomo neutro siempre es igual a la de los electrones que se encuentran girando en sus respectivas órbitas. Un átomo en estado neutro tiene el mismo número de cargas negativas que positivas.

Ahora bien, un átomo puede ganar o ceder electrones de su última órbita empleando medios químicos o eléctricos y convertirse así en un ión negativo o positivo del elemento de que se trate, exceptuando los átomos de los gases nobles.

En ese caso podemos decir que se trata del ión de un elemento determinado como pudiera ser, por ejemplo, hidrógeno (H), cobre (Cu), zinc (Zn), plomo (Pb), etc.

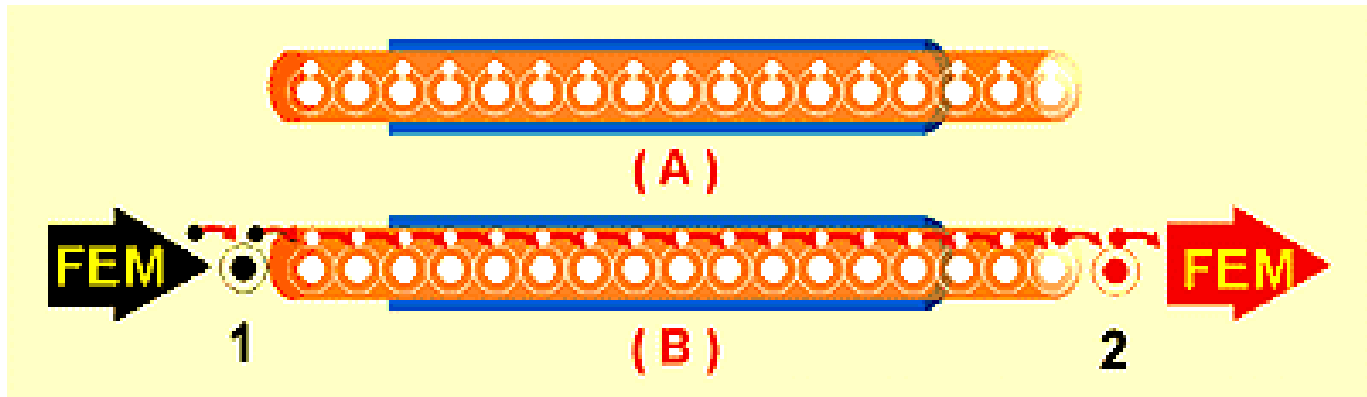
Cuando el átomo cede o pierde electrones se convierte en un ión positivo o catión, pues la cantidad de protones con carga positiva superará a la de los electrones con carga negativa. Si por el contrario, el átomo en lugar de ceder electrones los capta o gana en su última órbita, se convierte en un ión negativo o anión, al ser superior la cantidad de electrones con carga negativa en relación con la carga positiva de los protones agrupados en el núcleo. Es necesario aclarar que el máximo de electrones que puede contener la última capa u órbita de un átomo son ocho.



La electrodinámica consiste en el movimiento de un flujo de cargas eléctricas que pasan de una molécula a otra, utilizando como medio de desplazamiento un material conductor como, por ejemplo, un metal.

Para poner en movimiento las cargas eléctricas o de electrones, podemos utilizar cualquier fuente de fuerza electromotriz (FEM), ya sea de naturaleza química (como una batería) o magnética (como la producida por un generador de corriente eléctrica), aunque existen otras formas de poner en movimiento las cargas eléctricas.

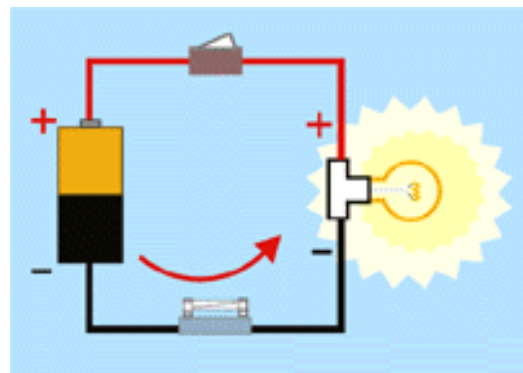
Cuando aplicamos a cualquier circuito eléctrico una diferencia de potencial, tensión o voltaje, suministrado por una fuente de fuerza electromotriz, las cargas eléctricas o electrones comienzan a moverse a través del circuito eléctrico debido a la presión que ejerce la tensión o voltaje sobre esas cargas, estableciéndose así la circulación de una corriente eléctrica



- Cable o conductor de cobre sin carga eléctrica aplicada, es decir, sin cargas o electrones en movimiento. Los electrones de los átomos que constituyen las moléculas de ese metal (al igual que de cualquier otro material o elemento) giran constantemente dentro sus respectivas órbitas alrededor del núcleo de cada átomo.
- Si se aplica ahora al cable una diferencia de potencial o fuerza electromotriz (FEM) como de una batería, un generador de corriente eléctrica, etc., el voltaje actuará como una bomba que presiona y actúa sobre los electrones de los átomos de cobre, poniéndolos en movimiento como cargas eléctricas o lo que es igual, como un flujo de corriente eléctrica a lo largo de todo el cable desde el mismo momento que se cierra el circuito. El flujo o movimiento de los electrones se establece a partir del polo negativo de la fuente de fuerza electromotriz (FEM) (1), recorre todo el cable del circuito eléctrico y se dirige al polo positivo de la propia fuente de FEM (2).

Lo que conocemos como corriente eléctrica no es otra cosa que la circulación de cargas o electrones a través de un circuito eléctrico cerrado, que se mueven siempre del polo negativo al polo positivo de la fuente de suministro de fuerza electromotriz (FEM).

Quizás hayamos oído hablar o leído en algún texto que el sentido convencional de circulación de la corriente eléctrica por un circuito es a la inversa, o sea, del polo positivo al negativo de la fuente de FEM. Ese planteamiento tiene su origen en razones históricas y no a cuestiones de la Física y se debió a que en la época en que se formuló la teoría que trataba de explicar cómo fluía la corriente eléctrica por los metales, los físicos desconocían la existencia de los electrones o cargas negativas.



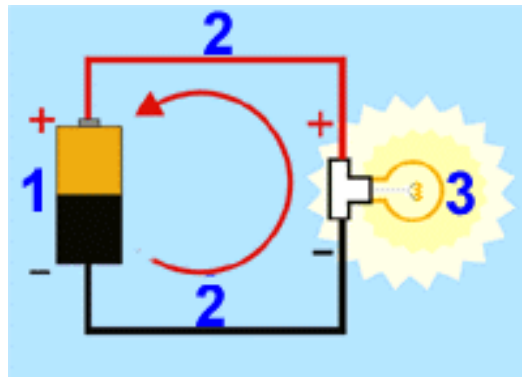
Al descubrirse los electrones como parte integrante de los átomos y principal componente de las cargas eléctricas, se descubrió también que las cargas eléctricas que proporciona una fuente de FEM (Fuerza Electromotriz), se mueven del signo negativo (-) hacia el positivo (+), de acuerdo con la ley física de que "cargas distintas se atraen y cargas iguales se rechazan". Debido al desconocimiento en aquellos momentos de la existencia de los electrones, la comunidad científica acordó que, convencionalmente, la corriente eléctrica se movía del polo positivo al negativo, de la misma forma que hubieran podido acordar lo contrario, como realmente ocurre. No obstante en la práctica, ese "error histórico" no influye para nada en lo que al estudio de la corriente eléctrica se refiere.





Para que una corriente eléctrica circule por un circuito es necesario que se disponga de tres factores fundamentales:

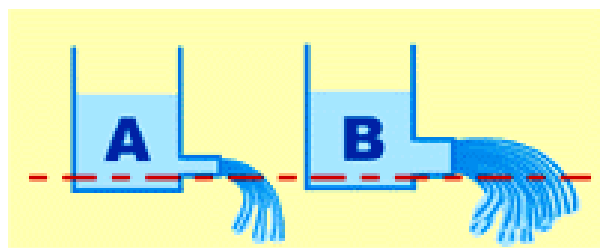
1. Una fuente de fuerza electromotriz (FEM) como, por ejemplo, una batería, un generador o cualquier otro dispositivo capaz de bombear o poner en movimiento las cargas eléctricas negativas cuando se cierre el circuito eléctrico.
2. Un camino que permita a los electrones fluir, ininterrumpidamente, desde el polo negativo de la fuente de suministro de energía eléctrica hasta el polo positivo de la propia fuente. En la práctica ese camino lo constituye el conductor o cable metálico, generalmente de cobre.
3. Una carga o consumidor conectado al circuito que ofrezca resistencia al paso de la corriente eléctrica. Se entiende como carga cualquier dispositivo que para funcionar consuma energía eléctrica como, por ejemplo, una bombilla o lámpara para alumbrado, el motor de cualquier equipo, una resistencia que produzca calor (calefacción, cocina, secador de pelo, etc.), un televisor o cualquier otro equipo electrodoméstico o industrial que funcione con corriente eléctrica.



Cuando las cargas eléctricas circulan normalmente por un circuito, sin encontrar en su camino nada que interrumpa el libre flujo de los electrones, decimos que estamos ante un "circuito eléctrico cerrado". Si, por el contrario, la circulación de la corriente de electrones se interrumpe por cualquier motivo y la carga conectada deja de recibir corriente, estaremos ante un "circuito eléctrico abierto". Por norma general todos los circuitos eléctricos se pueden abrir o cerrar a voluntad utilizando un interruptor que se instala en el camino de la corriente eléctrica en el propio circuito con la finalidad de impedir su paso cuando se acciona manual, eléctrica o electrónicamente.

### Intensidad de la corriente eléctrica.

La intensidad del flujo de los electrones de una corriente eléctrica que circula por un circuito cerrado depende fundamentalmente de la tensión o voltaje (V) que se aplique y de la resistencia (R) en ohms que ofrezca al paso de esa corriente la carga o consumidor conectado al circuito. Si una carga ofrece poca resistencia al paso de la corriente, la cantidad de electrones que circulen por el circuito será mayor en comparación con otra carga que ofrezca mayor resistencia y obstaculice más el paso de los electrones.



Mediante la representación de una analogía hidráulica se puede entender mejor este concepto. Si tenemos dos depósitos de líquido de igual capacidad, situados a una misma altura, el caudal de salida de líquido del depósito que tiene el tubo de salida de menor diámetro será menor que el caudal que proporciona otro depósito con un tubo de salida de más ancho o diámetro, pues este último ofrece menos resistencia a la salida del líquido.

De la misma forma, una carga o consumidor que posea una resistencia de un valor alto en ohms, provocará que la circulación de los electrones se dificulte igual que lo hace el tubo de menor diámetro en la analogía hidráulica, mientras que otro consumidor con menor resistencia (caso del tubo de mayor diámetro) dejará pasar mayor cantidad de electrones. La diferencia en la cantidad de líquido que sale por los tubos de los dos tanques del ejemplo, se asemeja a la mayor o menor cantidad de electrones que pueden circular por un circuito eléctrico cuando se encuentra con la resistencia que ofrece la carga o consumidor.

La intensidad de la corriente eléctrica se designa con la letra ( $I$ ) y su unidad de medida en el Sistema Internacional (S.I.) es el ampere (llamado también "amperio"), que se identifica con la letra ( $A$ ).



Un ampere equivale una carga eléctrica de un coulomb por segundo (  $1\text{C/s}$  ) circulando por un circuito eléctrico, o lo que es igual,  $6\,300\,000\,000\,000\,000\,000 = 6.3 \cdot 10^{18}$  electrones por segundo fluyendo por el conductor de dicho circuito. Por tanto, la intensidad (  $I$  ) de una corriente eléctrica equivale a la cantidad de carga eléctrica (  $Q$  ) en coulomb que fluye por un circuito cerrado en una unidad de tiempo.

La expresamos por medio de la ecuación:  $I = \frac{q}{t}$  usando las unidades de coulomb para la carga y segundos para el tiempo, tendremos:

$$I = \frac{q}{t} = \left[ \frac{\text{C}}{\text{s}} \right] = \text{Amperes(amp)}$$

Para calcular el número de electrones que han circulado por el conductor utilizaremos la siguiente ecuación:

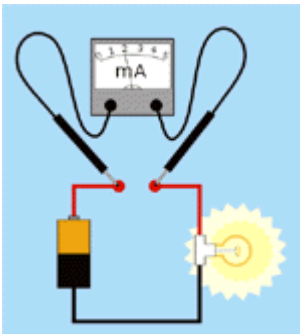
$$N_e = \frac{q}{q_e}$$

$q$  = cantidad de carga  
 $q_e$  = carga del electrón

Los submúltiplos más utilizados del ampere son los siguientes:

miliampere (  $\text{mA}$  ) =  $10^{-3}$  A = 0.001 ampere

microampere (  $\mu\text{A}$  ) =  $10^{-6}$  A = 0.000001 ampere



La medición de la corriente que fluye por un circuito cerrado se realiza por medio de un amperímetro o un miliamperímetro, según sea el caso, conectado en serie en el propio circuito eléctrico. Para medir amperes se emplea el "amperímetro" y para medir milésimas de ampere se emplea el miliamperímetro.

El ampere como unidad de medida se utiliza, fundamentalmente, para medir la corriente que circula por circuitos eléctricos de fuerza en la industria, o en las redes eléctricas doméstica, mientras que los submúltiplos se emplean mayormente para medir corrientes de poca intensidad que circulan por los circuitos electrónicos.

En la práctica, los dos tipos de corrientes eléctricas más comunes son: corriente directa (CD) o continua y corriente alterna (CA). La corriente directa circula siempre en un solo sentido, es decir, del polo negativo al positivo de la fuente de fuerza electromotriz (FEM) que la suministra. Esa corriente mantiene siempre fija su polaridad, como es el caso de las pilas, baterías y dinamos.

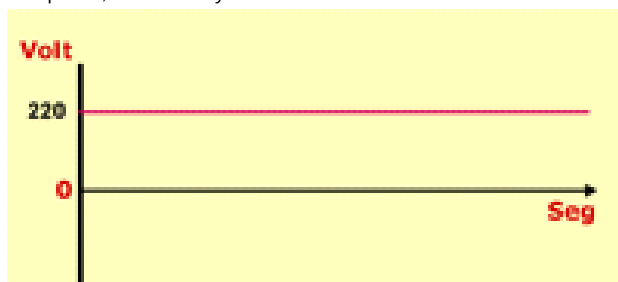


Gráfico de una corriente directa (C.D.) o continua (C.C.)

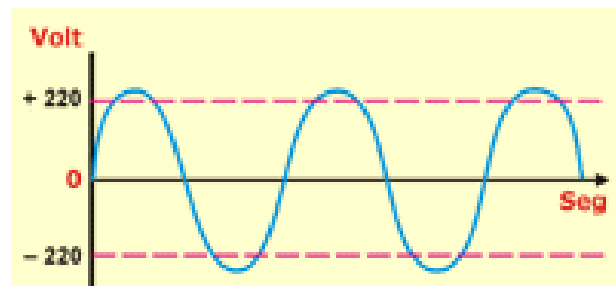


Gráfico de la sinusoide que posee una corriente alterna (C.A.)

La corriente alterna se diferencia de la directa en que cambia su sentido de circulación periódicamente y, por tanto, su polaridad. Esto ocurre tantas veces como frecuencia en hertz (Hz) tenga esa corriente.



La corriente alterna es el tipo de corriente más empleado en la industria y es también la que consumimos en nuestros hogares. La corriente alterna de uso doméstico e industrial cambia su polaridad o sentido de circulación 50 ó 60 veces por segundo, según el país de que se trate. En los países de Europa la corriente alterna posee una frecuencia de 50 ciclos por segundo (o Hertz), mientras que los en los países de América la frecuencia es de 60 Hertz.

Aunque desde hace años el Sistema Internacional de Medidas (SI) estableció oficialmente como "ampere" (en honor al físico y matemático francés André-Marie Ampère), el nombre para designar la unidad de medida del amperaje o intensidad de la corriente eléctrica, en algunos países de habla hispana se le continúa llamando "amperio".

**Ley de Ohm.**

La Ley de Ohm, postulada por el físico y matemático alemán Georg Simon Ohm, es una de las leyes fundamentales de la electrodinámica, estrechamente vinculada a los valores de las unidades básicas presentes en cualquier circuito eléctrico como son:

Tensión o voltaje "E", en volt (V).

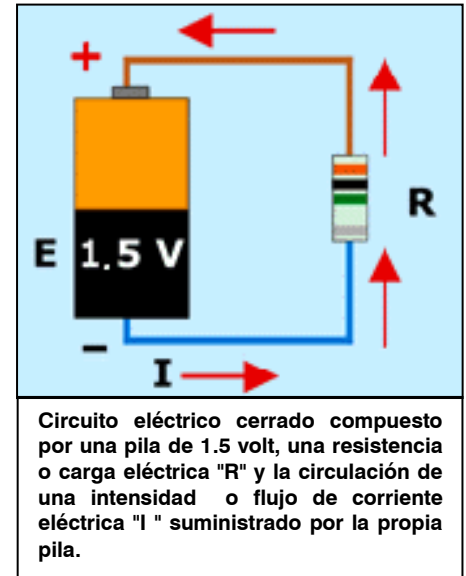
Intensidad de la corriente " I ", en ampere (A).

Resistencia "R" en ohm (Ω) de la carga o consumidor conectado al circuito

El voltaje se designa con la letra "E", que no hay que confundir con "campo eléctrico". Aquí corresponde al símbolo de la fuerza electromotriz o voltaje.

Debido a la existencia de materiales que dificultan más que otros el paso de la corriente eléctrica a través de los mismos, cuando el valor de su resistencia varía, el valor de la intensidad de corriente en ampere también varía de forma inversamente proporcional. Es decir, a medida que la resistencia aumenta la corriente disminuye y, viceversa, cuando la resistencia al paso de la corriente disminuye la corriente aumenta, siempre que para ambos casos el valor de la tensión o voltaje se mantenga constante.

Por otro lado y de acuerdo con la propia Ley, el valor de la tensión o voltaje es directamente proporcional a la intensidad de la corriente; por tanto, si el voltaje aumenta o disminuye, el amperaje de la corriente que circula por el circuito aumentará o disminuirá en la misma proporción, siempre y cuando el valor de la resistencia conectada al circuito se mantenga constante.



**LEY DE OHM**

**El flujo de corriente en ampere que circula por un circuito eléctrico cerrado, es directamente proporcional a la tensión o voltaje aplicado, e inversamente proporcional a la resistencia en ohm de la carga que tiene conectada.**

Desde el punto de vista matemático el postulado anterior se puede representar por medio de la siguiente Fórmula General de la Ley de Ohm:

$$I = \frac{V}{R} \text{ donde } R \text{ la resistencia eléctrica (oposición del conductor al paso de la carga eléctrica) y sus unidades son:}$$

$$R = \frac{V}{I} = \left[ \frac{\text{Volt}}{\text{Ampere}} \right] = \text{Ohm, cuyo símbolo es } \Omega \text{ (la letra griega "omega" mayúscula).}$$



La resistencia eléctrica, gráficamente se representa por un alambre muy delgado y largo, tanto que se dibuja en zig-zag



Resistencia



Símbolo de la Resistencia

### Potencia eléctrica y ley de WATT.

Cuando se remplace una bombilla eléctrica se puede leer fácilmente: "100 watts y 120 volts", significa esto, que al estar conectado a este voltaje, consume o convierte 100 joules de energía eléctrica cada segundo.

Como ya se dijo, en la mayoría de los aparatos electrodomésticos que utilizamos, aparecen una serie de especificaciones, entre las cuales, está la potencia del mismo (en watts).

Si a un determinado aparato le aplicamos una diferencia de potencial entre dos puntos (es decir le aplicamos un voltaje) se va a producir dentro del aparato una cierta corriente eléctrica. Dicha corriente será mayor o menor dependiendo de la resistencia del aparato. Este consumo de corriente hace que la fuente esté entregando una cierta potencia eléctrica; o dicho de otra forma, la potencia del aparato nos indica con qué rapidez se está realizando este trabajo, de convertir la energía de un tipo a otro.

La potencia eléctrica es el trabajo realizado por unidad de tiempo:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{\Delta E_p}{t}. \text{ Pero } V = \frac{\Delta E_p}{q}, \text{ de donde tenemos } \Delta E_p = Vq, \text{ y sustituyendo en } P, \text{ tenemos } P = \frac{Vq}{t} \text{ y como}$$

$$I = \frac{q}{t}, \text{ tendremos finalmente una expresión práctica para } P \text{ (potencia eléctrica)}$$

$$P = VI$$

La potencia eléctrica es igual al voltaje por la intensidad de corriente

Se dice que  $P$ , es la potencia eléctrica desarrollada por el aparato o resistor. A esta expresión se le conoce como ley de watt.

Tanto la ley de Ohm como la ley de Watt, tienen mucha aplicación en el análisis de los circuitos eléctricos, como se verá en ejemplos posteriores.

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).

"Un kilowatt-hora es la energía eléctrica consumida por un dispositivo, el cual utiliza un kilowatt de potencia, cuando funciona durante una hora".

En general, podemos calcular la energía eléctrica consumida en KWh por cualquier dispositivo, con sólo expresar su potencia en Kilowatt y el tiempo durante el cual funcionó en horas, usando la expresión:

$$E = W = P \cdot t$$

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

Aplicaremos la ley de Ohm y la ley de Watt, así como la ecuación para la energía eléctrica consumida en algunos ejemplos que se nos presentan.



### Ley de Joule.

Podemos describir el movimiento de los electrones en un conductor como una serie de movimientos acelerados, cada uno de los cuales termina con un choque contra alguna de las partículas fijas del conductor.

Los electrones ganan energía cinética durante las trayectorias libres entre choques, y ceden a las partículas fijas, en cada choque, la misma cantidad de energía que habían ganado. La energía adquirida por las partículas fijas (que son fijas solo en el sentido de que su posición media no cambia) aumenta la amplitud de su vibración o sea aumenta la energía cinética y se convierte en calor.

Joule llevó a cabo sus experimentos sobre calor en su laboratorio doméstico, y para asegurar la exactitud de sus mediciones se vio forzado a desarrollar su propio sistema de unidades. Su fama fue principalmente por haber hecho más que cualquier otra persona para establecer la idea de que el calor es una forma de energía.

La Ley de Joule establece que la cantidad de calor desprendida en un conductor, es proporcional a su resistencia (R), al cuadrado de la intensidad de la corriente (I) y al tiempo que ha estado pasando la corriente.

La generación de calor mediante la electricidad se denomina el efecto Joule.

$$Q = VIt \quad \text{ó} \quad Q = RI^2t$$

Donde I es la intensidad de corriente eléctrica, V la diferencia de potencial eléctrico y t el tiempo de circulación de la corriente.

Antes de resolver los problemas recordaremos las unidades más importantes, para no tener dificultad en obtener el resultado apropiado.

Expresión	Cantidades físicas	Unidades
Trabajo / Energía $W = F \cdot d$	W (Trabajo)	Joules
	F (Fuerza)	Newtons
	d (distancia)	Metros
Potencia mecánica $P = W / t$	P (Potencia)	Watt
	W (Trabajo)	Joules
	t (Tiempo)	Segundos
Ley de Ohm $V = I \cdot R$	V (Tensión)	Voltios
	I (Intensidad)	Amperios
	R (Resistencia)	Ohmios
Resistencia $R = \rho l/s$	R (Resistencia)	Ohmios
	$\rho$ (Resistividad)	Ohmios * metro
	L (Longitud)	Metro
	S (Sección o Área)	Metros <sup>2</sup>
Efecto Joule $Q = R \cdot I^2 \cdot t$	Q (Energía Calorífica)	Joules
	R (Resistencia)	Ohmios
	I (Intensidad)	Amperios
	t (Tiempo)	Segundos

**Ejemplo:**

Por una sección de un alambre conductor fluye una cantidad de carga de 120 coulombs en un minuto. Encuentra:

a) La intensidad de corriente eléctrica que transporta.

Datos: \_\_\_\_\_ Fórmula:

$$q = 120 \text{ C} \quad I = \frac{q}{t}$$

$$t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$$

$$I = ?$$

Sustituimos: \_\_\_\_\_ Resultado:

$$I = \frac{120 \text{ C}}{60 \text{ s}} \quad I = 2 \text{ A}$$

$$I = 2 \text{ C/s}$$

b) El número de electrones que pasaron por esa sección en dicho tiempo.

Como la carga que pasó en un minuto por la sección, fue de 120 C y la carga de cada electrón ( $q_e$ ) es de  $1.6 \times 10^{-19}$  C, el número de electrones  $N_e$  se obtiene así:

$$N_e = \frac{q}{q_e} = \frac{120 \text{ C}}{1.6 \times 10^{-19} \frac{\text{C}}{\text{electrón}}}$$

Resultado:

$$N_e = 75 \times 10^{19} \text{ electrones}$$

Si una corriente de 1.5 amperes dura dos minutos. ¿Cuántos coulombs de carga pasaron por el conductor en ese tiempo?

Datos: \_\_\_\_\_ Fórmula:

$$I = 1.5 \text{ A} = 1.5 \text{ C/s} \quad I = \frac{q}{t}$$

$$t = 2 \text{ min} = 120 \text{ s}$$

$$q = ?$$

Despejamos q:

$$q = It$$

Sustituyendo: \_\_\_\_\_ Resultado:

$$q = (1.5 \text{ C/s})(120 \text{ s}) \quad q = 180 \text{ C}$$

**Ejemplo:**

¿Cuántos electrones pasan cada segundo por un punto de un alambre conductor que conduce una corriente a un aparato de refrigeración de 13 amperes?

Datos:

$$I = 13 \text{ A} = 13 \text{ C/s}$$

Solución:

Como  $I = 13 \text{ C/s}$ , significa que cada segundo pasa una carga  $q$  de 13 C.

$$q_e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \\ N_e = ?$$

Fórmula:

$$N_e = \frac{q}{q_e} = \frac{13 \text{ C}}{1.6 \times 10^{-19} \frac{\text{C}}{\text{electrón}}}$$

Resultado:

$$N_e = 8.125 \times 10^{19} \text{ electrones}$$

$N_e = 8125000000000000000$  electrones, cada segundo. ¿Es pequeño o grande este número?

**Ejemplo:**

Un foco luminoso tiene un filamento cuya resistencia es de 75 ohm. Calcular la corriente eléctrica que fluye por él cuando está conectado a un voltaje de 110 volts.

Datos: \_\_\_\_\_ Fórmula:

$$R = 75 \text{ ohms} \quad V = R I$$

$$V = 110 \text{ volts}$$

$$I = ?$$

Despejamos I:

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

Sustituyendo: \_\_\_\_\_ Resultado:

$$I = \frac{110 \text{ volts}}{75 \frac{\text{volts}}{\text{A}}} \quad I = 1.4 \text{ A}$$



**Ejemplo:**

En una plancha se lee que su potencia es de 1000 watts en un voltaje de 110 volts:

- ¿Cuánta corriente transporta?
- ¿Cuál es el valor de su resistencia?,
- ¿Cuántos electrones consume en un minuto?
- ¿Cuál es el calor generado por la resistencia (en un minuto)?

a)

Datos: \_\_\_\_\_ Fórmula:

$$P = 1000 \text{ W} \qquad P = I V$$

$$V = 110 \text{ volts}$$

$$I = ?$$

Despejar: I

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

Sustituir: \_\_\_\_\_ Resultado:

$$I = \frac{1000 \text{ W}}{110 \text{ volts}} \qquad I = 9.09 \text{ A}$$

b)

Fórmula:

$$V = R I$$

Sustitución: \_\_\_\_\_ Resultado:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{110 \text{ Volts}}{9.09 \text{ A}} \qquad R = 12 \text{ ohms}$$

c)

$$N_e = \frac{I t}{q_e} = \frac{9.09(60 \text{ s})}{1.6 \times 10^{-19} \text{ e}} = 3.4 \times 10^{21} \text{ Electrones}$$

d)  $Q = V I t = (110 \text{ volts}) (9.09 \text{ A}) (60 \text{ s})$   
 $Q = 59,994 \text{ Joules.}$

**Ejemplo:**

Calcular la energía eléctrica consumida en 10 horas, en joules y kilowatt-hora, por una computadora de 110 volts que transporta 2 amperes.

Energía consumida en joules:

Datos: \_\_\_\_\_ Fórmula:

$$V = 110 \text{ Volts} \qquad E = w = P t$$

$$I = 2 \text{ A}$$

$$t = 10 \text{ hr} = 36,000 \text{ s}$$

$$E = ?$$

Como desconocemos el valor de la potencia del calefactor, se obtiene así:

$$P = I V = (110 \text{ volts})(2 \text{ A}) = 220 \text{ watts.}$$

sustituyendo en la fórmula:

$$E = (220 \text{ W}) (36\ 000 \text{ seg}) = 7\ 920\ 000 \text{ joules}$$

Ahora la energía consumida en kWh:

Datos: \_\_\_\_\_ Fórmula:

$$P = 220 \text{ W} \qquad E = P t$$

$$t = 10 \text{ h}$$

$$E = ?$$

Sustituyendo:

$$E = (220 \text{ W}) (10 \text{ h}) = 2.2 \text{ kWh}$$

Resultado:

$$E = 2.2 \text{ kWh}$$

**Actividad: 2**

**En equipos de cinco, resuelvan los siguientes ejercicios de Ley de Ohm, Ley de Watt y Ley de Joule.**

1. Determinen la intensidad de corriente eléctrica en un conductor eléctrico sabiendo que la carga eléctrica es de 3000 C y el tiempo que tarda en pasar por el conductor es de 5 minutos.
2. Por un conductor circulan durante 15 minutos  $54 \times 10^{22}$  electrones. ¿Cuál es la magnitud de corriente eléctrica que circula a través del conductor?
3. ¿Qué cantidad de carga en coulombs habrá pasado por un conductor en 30 minutos si la intensidad de la corriente es de 15 A?
4. Por un conductor de  $80 \Omega$  de resistencia, circula una corriente de 6 A. ¿Cuál es la tensión o voltaje que está entre los extremos del conductor?
5. La intensidad de corriente que pasa por un conductor es de 25 A. Si la tensión es de 220 V, ¿cuál es la resistencia del conductor?









### Actividad: 2 (continuación)

11. Tres conductores tienen las siguientes características de voltaje y potencia:

- 110V, 75W
- 220V, 75W
- 220V, 150W

Con base a los datos anteriores escriban en orden creciente:

A) Las resistencias de los conductores.

B) Las intensidades de corriente que atraviesan cada conductor cuando está conectada al voltaje indicado por el fabricante.

12. El receptor de radio de un auto consume una corriente de 1.5 A al funcionar con los 12 V de alimentación de la batería del vehículo. El chofer, al mismo tiempo se rasura con una afeitadora portátil de 20 W de potencia, que conecta también a la batería del auto. ¿Cuál es el valor de la intensidad de corriente que consume cada uno de los aparatos eléctricos?

Evaluación					
Actividad: 2	Producto: Ejercicio práctico.			Puntaje:	
Saberes					
Conceptual	Procedimental			Actitudinal	
Comprende las leyes de Ohm, Watt y Joule.	Representa la Ley de Ohm, Ley de Watt y Ley de Joule en ejercicios prácticos.			Colabora con entusiasmo.	
Autoevaluación	C	MC	NC	Calificación otorgada por el docente	



**Circuito eléctrico.**

Se denomina circuito eléctrico al camino cerrado por donde pueda fluir la carga eléctrica y, por lo general, este tipo de circuitos contienen diferentes elementos, como resistencias, condensadores, bobinas y transformadores.

Un ejemplo de circuito eléctrico simple se muestra en la siguiente figura y consta de una pila, un alambre conductor y una resistencia eléctrica.

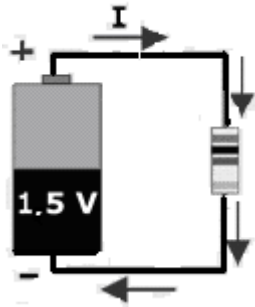
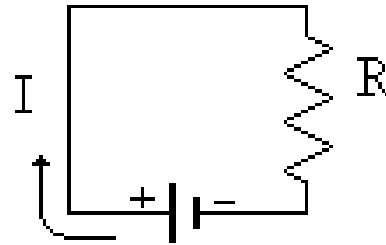
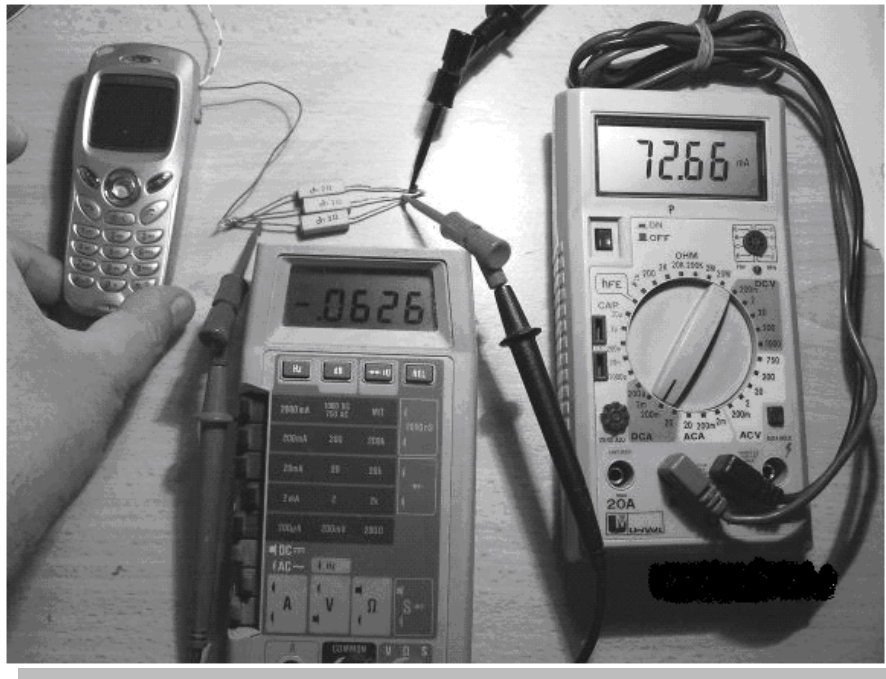


Figura del Circuito eléctrico simple.



Símbolo del circuito eléctrico

Los aparatos diseñados para medir la intensidad de corriente eléctrica se llaman “amperímetros”, los que miden la diferencia de potencial o voltaje se llaman “voltímetros”, los que miden la resistencia se llaman “óhmetros”. Actualmente hay aparatos que miden de todo y se llaman “multímetros”.



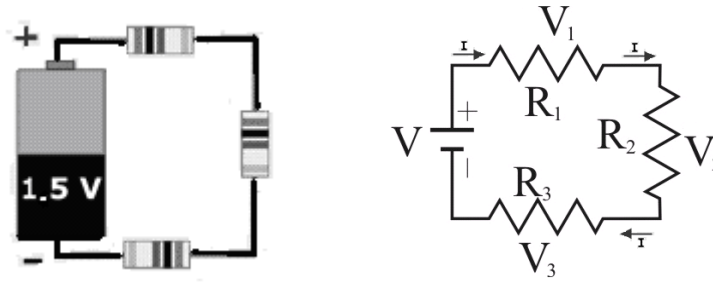


## Circuitos en Serie y en Paralelo.

En época navideña acostumbramos conectar por medio de alambres conductores un gran número de foquitos para decorar nuestra casa. Estos foquitos y cualesquier otro elemento eléctrico poseen cada uno una resistencia eléctrica y se pueden conectar entre sí en serie, en paralelo y combinados o mixtos.

### Circuito de resistencias en serie.

Cuando se quiere lograr la mayor resistencia, pero la menor Intensidad de corriente eléctrica, se construye un circuito de resistencias conectadas en serie y se asocian una seguida de otra, con un solo camino para el paso de la corriente eléctrica, como lo muestra la siguiente figura:



Las Características del Circuito son:

La corriente eléctrica  $I$ , que pasa por cada resistencia, es igual en magnitud a la intensidad total, es decir,  $I_t = I_1 = I_2 = I_3$ .

Además hay una caída de potencial en cada resistencia, debido a que la carga efectúa trabajo para pasar a través de cada resistencia y el voltaje total se encuentra:  $V_t = V_1 + V_2 + V_3$ .

Empleando la Ley de Ohm podemos decir que:  $V_t = R_1 I_1 + R_2 I_2 + R_3 I_3$  y debido a que las intensidades son iguales, tenemos:  $V_t = I (R_1 + R_2 + R_3)$

De esta ecuación se puede deducir que la resistencia total es  $R_t = R_1 + R_2 + R_3$ . A la resistencia total también se le llama "resistencia equivalente", porque con una resistencia de ese valor, se puede sustituir el circuito correspondiente por completo.

Resumiendo, podemos decir que cuando se conectan varias resistencias en serie, hay una misma intensidad de corriente en todo el circuito, una caída de voltaje al paso de cada resistencia y la resistencia del circuito se encuentra sumando las resistencias parciales.

### Ejemplo:

Se conectan tres resistencias en serie de  $10 \Omega$ ,  $12 \Omega$  y  $18 \Omega$ , respectivamente, a una fuente de voltaje de 24 volt. Calcular:

- La resistencia equivalente.
- La intensidad de corriente en cada elemento.
- La caída de voltaje en cada resistencia.



Solución:

a)  $R_t = R_1 + R_2 + R_3 = 10 \Omega + 12 \Omega + 18 \Omega = 40 \Omega$

b)

$$V = RI$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{24}{40} = 0.6 \text{ A}$$

$$I_1 = I_2 = I_3 = 0.6 \text{ A}$$

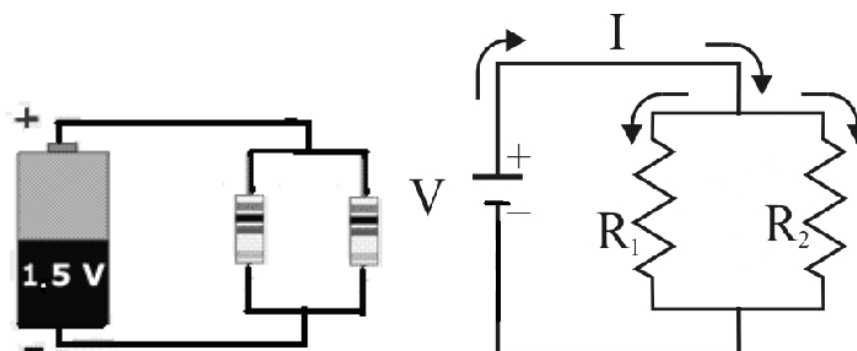
c)  $V_1 = R_1 I_1 = (10 \Omega)(0.6 \text{ A}) = 6 \text{ Volts}$

$$V_2 = R_2 I_2 = (12 \Omega)(0.6 \text{ A}) = 7.2 \text{ Volts}$$

$$V_3 = R_3 I_3 = (18 \Omega)(0.6 \text{ A}) = 10.8 \text{ Volts}$$

### Circuito de resistencias en paralelo.

Quando se quiere lograr la menor resistencia, para la mayor intensidad de corriente eléctrica, se construye un circuito de resistencias conectadas en paralelo. En este circuito las resistencias se colocan una al lado de la otra; todas las terminales de un lado, como se muestra en la figura



En la figura podemos apreciar que la intensidad de corriente total se divide entre cada elemento y existe una sola caída de voltaje en el circuito. Matemáticamente esto lo podemos expresar de la siguiente manera:

$$I = I_1 + I_2 \quad \text{y} \quad V = V_1 = V_2$$

Si consideramos  $I = \frac{V}{R}$  podemos decir que  $I = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2}$  y como

$V = V_1 = V_2$  tendremos  $I = V \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$  de donde se puede concluir que el recíproco de la resistencia total es

igual a la suma de los recíprocos de las resistencias parciales  $\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$  y entonces:

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \text{sacamos el común denominador y nos queda de la forma: } \frac{1}{R_t} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2}$$



Tomando el inverso de la ecuación obtenemos:  $\frac{R_T}{1} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$  por lo tanto, la ecuación que nos permite calcular

la resistencia total o equivalente de dos resistencias en paralelo es:  $R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

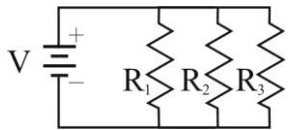
**Ejemplo:**

Se conectan en paralelo tres resistencias de  $4 \Omega$ ,  $6 \Omega$  y  $8 \Omega$ , a una batería de 12 Volt:

- Hacer el diagrama del circuito.
- Determinar la resistencia equivalente al conjunto.
- Calcular la intensidad de corriente que pasa por cada resistor.
- Calcular la corriente total en el circuito.

Solución:

- El diagrama del circuito en paralelo puede ser:



- $R_T = \frac{R_1 R_2 R_3}{R_2 R_3 + R_1 R_3 + R_1 R_2} = 1.84 \Omega$

- Aplicando la Ley de Ohm a cada resistencia y recordando que los voltajes son iguales al voltaje total, tendremos:

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{12 \text{ V}}{4 \Omega} = 3 \text{ A.}$$

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{12 \text{ V}}{6 \Omega} = 2 \text{ A.}$$

$$I_3 = \frac{V_3}{R_3} = \frac{12 \text{ V}}{8 \Omega} = 1.5 \text{ A.}$$

- Existen dos opciones para calcular  $I$ ; una es empleando la Ley de Ohm y la otra es sumando las intensidades parciales. Si empleamos la Ley de Ohm tendremos

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12 \text{ V}}{1.84 \Omega} = 6.5 \text{ A. o bien } I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$I = 3 \text{ A} + 2 \text{ A} + 1.5 \text{ A} = 6.5 \text{ A.}$$

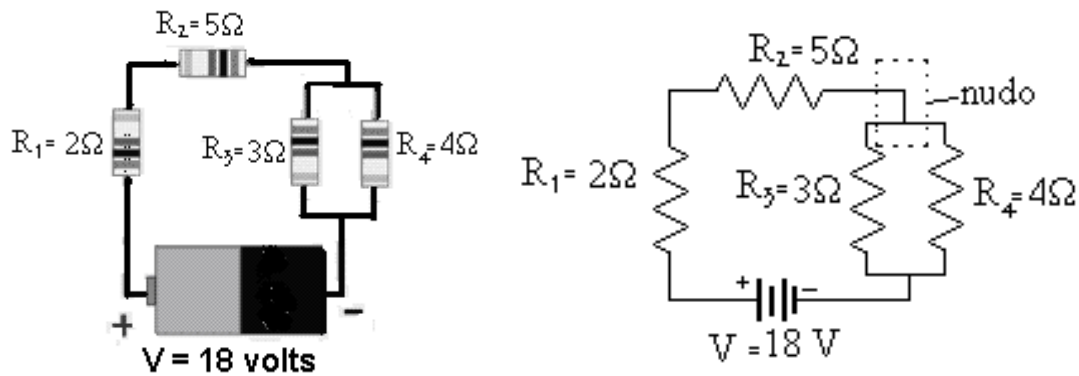


### Resistencias serie-paralelo (mixtas).

Las resistencias pueden conectarse, una parte en serie y otra en paralelo, dentro de un mismo circuito; a estos tipos de asociación se les llama circuitos mixtos y se resuelven aplicando los criterios de la ley de Ohm según sea la sección en serie o en paralelo. Resolveremos ejemplos de este tipo en clase, pero veamos aquí un caso:

Ejemplo:

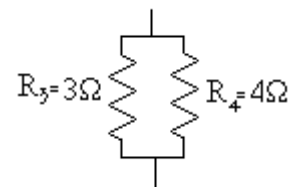
Resuelve el siguiente circuito:



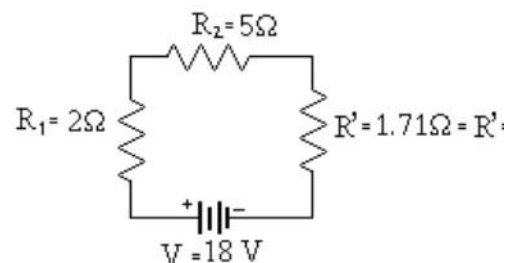
Solución: Analizando la figura del circuito podemos ver que las dos primeras resistencias están en una misma línea, es decir, en serie, pero las resistencias tres y cuatro se encuentran conectadas en paralelo entre sí, y en serie a la línea de las dos primeras (a este punto se le llama nudo). La mayor dificultad está en determinar una resistencia equivalente a  $R_3$  y  $R_4$  y colocarla en serie con la  $R_1$  y  $R_2$  para poder resolver el circuito de manera simple. ¿Empezamos?

Llamemos  $R'$  a la resistencia equivalente de  $R_3$  y  $R_4$  (nudo) las cuales se encuentran en paralelo; así que aplicaremos la ecuación:

$$R' = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 1.71 \Omega$$



Dibujando el circuito simplificado veremos que:



ahora tenemos tres resistencias en serie, entonces

$$R = R_1 + R_2 + R' = 2 \Omega + 5 \Omega + 1.71 \Omega = 8.71 \Omega$$

Calcularemos ahora la intensidad de corriente total:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{18V}{8.71\Omega} = 2.06A, \text{ por lo tanto}$$



$I = I_1 = I_2 = I' = 2.06 \text{ A}$ . En cuanto a las caídas de voltaje:

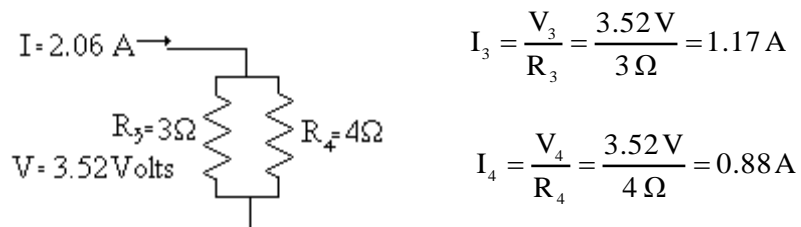
$$V_1 = R_1 I_1 = (2 \Omega)(2.06 \text{ A}) = 4.12 \text{ Volts}$$

$$V_2 = R_2 I_2 = (5 \Omega)(2.06 \text{ A}) = 10.3 \text{ Volts}$$

$$V' = R' I' = (1.71 \Omega)(2.06 \text{ A}) = 3.52 \text{ Volts}$$

Hasta aquí sólo falta obtener la intensidad y voltaje de los elementos del nudo, al cual conviene dibujar señalando los datos conocidos:

Así veremos que  $V' = V_3 = V_4 = 3.52 \text{ Volts}$



Para complementar la resolución de nuestro ejercicio conviene concentrar la información en el siguiente cuadro:

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>'</b>	<b>TOTAL</b>
<b>R</b>	2 Ω	5 Ω	3 Ω	4 Ω	1.71 Ω	8.71 Ω
<b>I</b>	2.06 A	2.06 A	1.17 A	0.88 A	2.06 A	2.06 A
<b>V</b>	4.12 V	10.30 V	3.52 V	3.52 V	3.52 V	18 V

Este cuadro nos permite comprobar que los valores de cada elemento son los correctos.

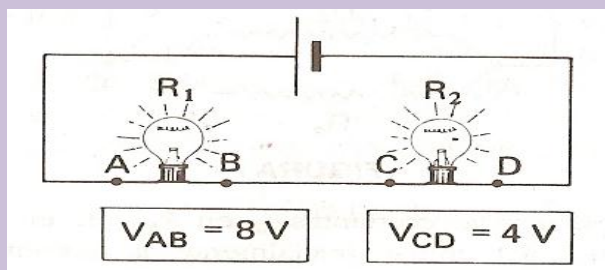




**Actividad: 3**

**En equipos de 3, resuelvan los siguientes ejercicios de circuito de resistencias en serie, circuitos de resistencias en paralelo y resistencias serie-paralelo mixtas.**

1. La siguiente figura muestra dos focos cuyos filamentos poseen resistencias  $R_1$  y  $R_2$ , conectados a una batería.



Con base a dicha figura contesten las siguientes preguntas, seleccionando la opción correcta.

- 1.1 El dibujo anterior es un ejemplo de:
  - a) Circuito en paralelo
  - b) Circuito en serie
  - c) Circuito mixto
  - d) Circuito en serie - paralelo
- 1.2 La corriente eléctrica que pasa por  $R_1$ , respecto a  $R_2$  es:
  - a) Mayor
  - b) Igual
  - c) Menor
  - d) Nula
- 1.3 El valor de la resistencia  $R_1$ , respecto a  $R_2$  es:
  - a) Mayor
  - b) Igual
  - c) Menor
  - d) Nula
- 1.4 El voltaje entre los polos de la batería es:
  - a) 8 V
  - b) 4 V
  - c) 32 V
  - d) 12 V
2. En una residencia, el foco de la sala es de 100 W y el foco de la cocina es de 60 W, ambos para 120 Volts. Analiza las afirmaciones siguientes y señalen las que son correctas.
  - I. El voltaje en el foco de la sala es mayor que en foco de la cocina
  - II La corriente en el foco de la sala es igual a la corriente en el foco de la cocina
  - III. La resistencia del foco de la sala es menor que la del foco de la cocina
  - a) Sólo I.
  - b) Sólo II.
  - c) Sólo III.
  - d) I y II.
  - e) II y III.

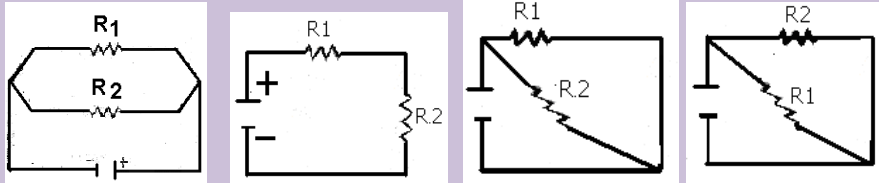




### Actividad: 3 (continuación)

3. Dos resistencias de  $4 \Omega$  y  $5 \Omega$  se conectan en serie a una diferencia de potencial de 12 volts. Respondan las siguientes preguntas, seleccionando la opción correcta:

¿Cuál es el diagrama correspondiente al circuito anterior?



- a)                      b)                      c)                      d)

¿Cuál es la resistencia total del circuito?

- a)  $60 \Omega$       b)  $9 \Omega$               c)  $60 \text{ Amp}$               d)  $12 \Omega$

¿Qué corriente fluye a través del circuito completo?

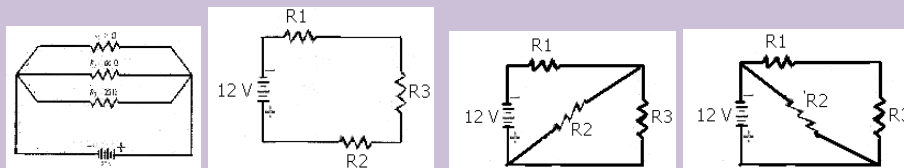
- a)  $5 \text{ Amp.}$       b)  $2.4 \text{ Amp.}$               c)  $1.3 \text{ Amp.}$               d)  $.75 \text{ Amp.}$

¿Qué corriente fluye a través de cada rama del circuito?

- a)  $I_1 = 5 \text{ Amp.}$       b)  $I_1 = 2.4 \text{ Amp.}$       c)  $I_1 = 1.3 \text{ Amp.}$       d)  $I_1 = 1.3 \text{ Amp.}$   
 $I_2 = 2.4 \text{ Amp.}$        $I_2 = 1.3 \text{ Amp.}$        $I_2 = .75 \text{ Amp.}$        $I_2 = 1.3 \text{ Amp.}$

4. Tres resistores de  $3 \Omega$ ,  $4 \Omega$  y  $5 \Omega$  se conectan en paralelo a una diferencia de potencial de 12 volts. Respondan las siguientes preguntas:

Seleccionen la opción que corresponda al diagrama del circuito anterior:



- a)                      b)                      c)                      d)

¿Cuál es la resistencia total del circuito?

¿Qué corriente fluye a través del circuito completo?

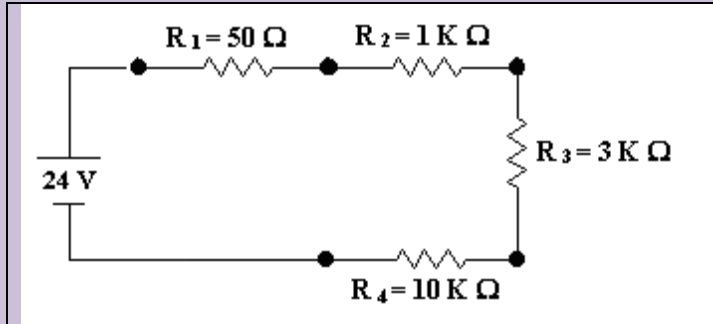
¿Qué corriente fluye a través de cada rama del circuito?





**Actividad: 3 (continuación)**

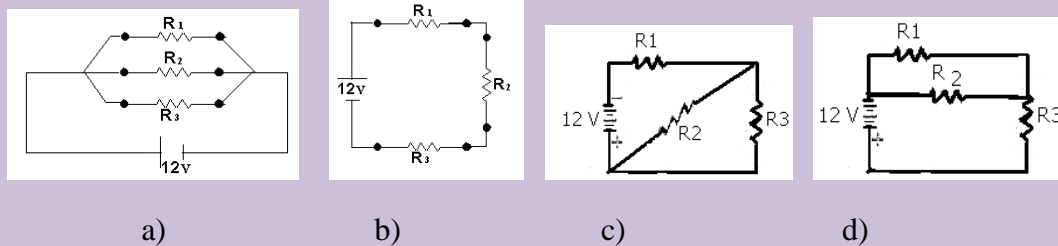
5. Rellenen el siguiente cuadro con el voltaje, la corriente y la potencia eléctrica disipada por cada resistor.



En este diagrama, la letra K es el prefijo "kilo", que como ya sabes, significa "mil".

	R1	R2	R3	R4
Voltaje(V)				
Corriente(mA)				
Potencia(W)				

6. Tres resistores de  $R_1 = 3 \Omega$ ,  $R_2 = 4 \Omega$  y  $R_3 = 9 \Omega$  se conectan de la siguiente forma: Las primeras dos en paralelo y la tercera resistencia conectada en serie al circuito y se conectan a una diferencia de potencial de 12 volts. Respondan las siguientes preguntas:



- ¿Cuál es el diagrama correspondiente al circuito anterior?
- ¿Cuál es la resistencia total del circuito?
- ¿Qué corriente fluye a través del circuito completo?
- ¿Qué corriente fluye a través de cada rama del circuito?





Evaluación					
Actividad: 3	Producto: Ejercicio práctico.			Puntaje:	
Saberes					
Conceptual	Procedimental			Actitudinal	
Diferencia entre los diferentes tipos de circuitos y la manera de representarlos.	Representa aplicaciones prácticas sobre circuitos eléctricos, aplicando las leyes correspondientes.			Muestra interés en el desarrollo de la actividad.	
Autoevaluación	C	MC	NC	Calificación otorgada por el docente	

## ■ Cierre



### Actividad: 4

En forma individual, resuelve los siguientes ejercicios:

1. Por un alambre conductor fluye una corriente de 5 Amperes durante 0.7 minutos. ¿Cuánta carga pasa por el conductor en ese tiempo?
2. Se colocan en serie cuatro resistencias de 2, 3, 1 y 2  $\Omega$  respectivamente, conectadas a una fuente de tensión de 12 volts, ¿cuál es la diferencia de potencial en el cuarto elemento?
3. Tres resistencias de 10  $\Omega$ , 12  $\Omega$  y 8  $\Omega$  se asocian en paralelo, ¿cuál es la resistencia equivalente al conjunto?

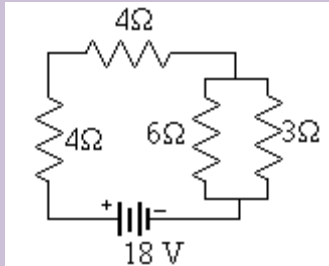




Actividad: 4 (continuación)



4. Resuelve el siguiente circuito anotando el procedimiento de cálculo, posteriormente llena el siguiente cuadro con los valores correctos:



	1	2	3	4	TOTAL
R	4	4	6	3	
I					
V					

En forma individual, seleccione la opción correcta en las siguientes preguntas:

- Dos resistencias de diferente valor, forman parte de un circuito y están colocadas en serie una respecto de la otra. Por lo tanto la intensidad de corriente eléctrica que circula por las resistencias:

  - Es mayor para la resistencia de menor valor.
  - Es igual para cada resistencia.
  - Es menor para la resistencia de mayor valor.
  - Se divide para ambas resistencias.
- Si aplicamos un voltaje en los extremos de una resistencia se genera cierta corriente eléctrica. De acuerdo con la ley de Ohm, si el valor de:

  - La resistencia se duplica, la intensidad de la corriente se reduce a la mitad.
  - La resistencia se duplica, la intensidad de la corriente también se duplica.
  - El voltaje se duplica la resistencia también se duplica.
  - La intensidad de la corriente se duplica el valor de la resistencia y el voltaje permanecen igual.



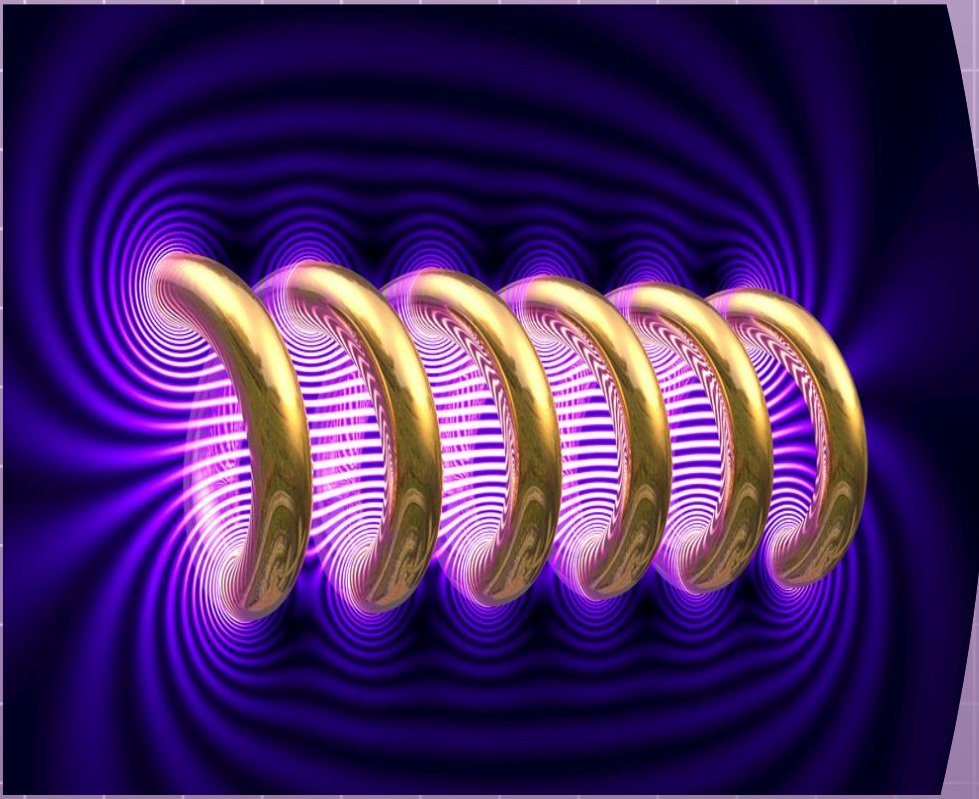


### Actividad: 4 (continuación)

3. Si por un conductor observamos que fluyen cargas eléctricas, diremos que dicho conductor pasa:
- Una energía potencial.
  - Un voltaje.
  - El potencial eléctrico.
  - Una corriente eléctrica.
4. En una asociación de cuatro resistencias distintas, se observa que todas las líneas del circuito tienen 12 volts de diferencia de potencial, y por los elementos dos y tres circula una intensidad de 2 Amperes en cada uno. Hablamos de un circuito:
- En serie.
  - En paralelo.
  - Mixto.
  - No puede existir.
5. El kilowatt-hora es una unidad que mide:
- Energía.
  - Potencia.
  - Corriente.
  - Diferencia de potencial.



Evaluación				
Actividad: 4	Producto: Ejercicio práctico.			Puntaje:
Saberes				
Conceptual	Procedimental			Actitudinal
Comprende los conceptos relativos a la Electrodinámica.	Aplica los conceptos relativos a la Electrodinámica en situaciones prácticas.			Muestra entusiasmo para lograr aprendizajes.
Autoevaluación	C	MC	NC	Calificación otorgada por el docente



## Relaciona la electricidad y el magnetismo

### Unidad de competencia:

- Analiza las leyes del electromagnetismo.
- Valora su impacto en el desarrollo de la tecnología y su vida cotidiana.

### Atributos a desarrollar en el bloque:

- 4.1 Expresa ideas y conceptos mediante representaciones lingüísticas, matemáticas o gráficas.
- 5.1 Sigue instrucciones y procedimientos de manera reflexiva, comprendiendo cómo cada uno de sus pasos contribuye al alcance de un objetivo.
- 5.2 Ordena información de acuerdo a categorías, jerarquías y relaciones.
- 5.3 Identifica los sistemas y reglas o principios medulares que subyacen a una serie de fenómenos.
- 5.4 Construye hipótesis, diseña y aplica modelos para probar su validez.
- 5.6 Utiliza las tecnologías de la información y comunicación para procesar e interpretar información.
- 6.1 Elige las fuentes de información más relevantes para un propósito específico y discrimina entre ellas de acuerdo a su relevancia y confiabilidad.
- 6.3 Reconoce los propios prejuicios, modifica sus propios puntos de vista al conocer nuevas evidencias, e integra nuevos conocimientos y perspectivas al acervo con el que cuenta.
- 7.1 Define metas y da seguimiento a sus procesos de construcción de conocimientos.
- 8.1 Propone manera de solucionar un problema y desarrolla un proyecto en equipo, definiendo un curso de acción con pasos específicos.
- 8.2 Aporta puntos de vista con apertura y considera los de otras personas de manera reflexiva.
- 8.3 Asume una actitud constructiva, congruente con los conocimientos y habilidades con los que cuenta dentro de distintos equipos de trabajo.

**Tiempo asignado: 20 horas**

B

L

O

Q

U

E

4

## Secuencia didáctica 1. Magnetismo y electromagnetismo.

### ► Inicio



#### Actividad: 1

En binas, responde las siguientes preguntas y comenta las respuestas en forma grupal.

1. ¿Qué es un imán?

---



---



---

2. ¿Qué diferencias hay entre la electricidad y el magnetismo?

---



---



---

3. ¿Cómo se puede producir magnetismo a partir de la electricidad?

---



---



---

Evaluación					
Actividad:1	Producto: Cuestionario.			Puntaje:	
Saberes					
Conceptual	Procedimental			Actitudinal	
Confronta sus conocimientos sobre la relación el magnetismo y la electricidad.	Comenta en forma grupal sus ideas acerca de la relación entre el magnetismo y la electricidad.			Cumple con el protocolo de comportamiento en el desarrollo de la actividad.	
Coevaluación	C	MC	NC	Calificación otorgada por el docente	





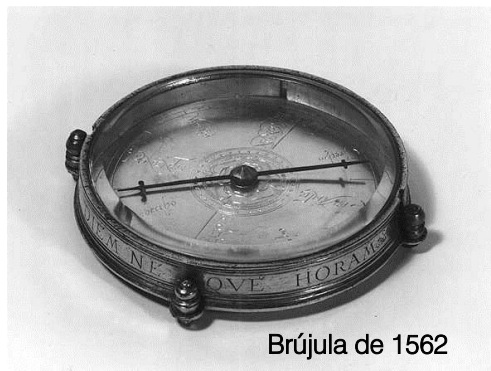
## ► Desarrollo

### Magnetismo y electromagnetismo.

Seguramente alguna vez en tu vida has jugado con un imán, por ejemplo, atrayendo clavos, alfileres, limaduras de hierro, etcétera. Si se sostiene una barra imantada de un hilo manteniéndola horizontal, observamos que gira orientándose en dirección norte sur.

El magnetismo guarda relación con ciertas rocas halladas por los antiguos griegos hace más de 2000 años en la región de Magnesia, de ahí el término "magnetismo". Estas piedras imán, así llamadas por ellos, tenían la extraña propiedad de atraer fragmentos de hierro. Fueron los chinos en el siglo XII los primeros en emplear los imanes en la navegación.

Más de veinte siglos después de las primeras descripciones de fenómenos magnéticos, terminó la etapa precientífica del magnetismo con la aparición de la figura del inglés William Gilbert de Colchester, en el siglo XVI, quien fue el verdadero fundador de la ciencia del magnetismo.



Brújula de 1562

William Gilbert, médico de la reina Isabel, produjo imanes artificiales al frotar trozos de hierro contra las piedras imán y dedujo que una brújula siempre señala la dirección norte-sur porque la propia Tierra tiene propiedades magnéticas.



En ese entonces, el único magnetismo conocido era el de los imanes de hierro o imanes naturales de mineral metálico de hierro. Se creía que el interior de la Tierra estaba magnetizado de la misma manera, y los científicos estaban muy intrigados cuando descubrieron que la dirección de una aguja de compás en un lugar dado se desviaba lentamente, década a década, sugiriendo una lenta variación del campo magnético de la Tierra.

El punto culminante en el desarrollo del magnetismo como una ciencia separada fue alcanzado justamente cuando se hacían los primeros descubrimientos relativos a la electricidad, que prepararon la síntesis de ambas ciencias en una sola: el electromagnetismo, que reúne las relaciones existentes entre los campos magnéticos y las corrientes eléctricas.



OERSTED

Aunque desde hacía tiempo se había notado que la brújula cambiaba de dirección cuando los rayos en una tormenta caían cerca de un barco, fue hasta principios del siglo XIX cuando se empezó a investigar la influencia que tenía la electricidad sobre una aguja magnética.

Fue hasta 1820, y por accidente, cuando el físico danés Hans Christian Oersted realizó un descubrimiento sorprendente. Siendo Profesor de Ciencias en la Universidad de Copenhague, organizó en su casa una demostración científica para estudiantes y amigos.

Oersted planeaba demostrar el calentamiento de un alambre por el flujo de una corriente eléctrica y también llevar a cabo demostraciones de magnetismo, para lo cual había colocado un compás a un lado de la mesa.

Mientras efectuaba su demostración eléctrica notó, sorprendido, que cada vez que era conectada la corriente eléctrica, la aguja del compás se movía. No dijo nada y terminó sus demostraciones, pero en los meses siguientes trabajó intensamente, tratando de comprender el nuevo fenómeno.

Sin embargo, no pudo explicar por qué sucedía. La aguja no era atraída ni repelida por el alambre. En cambio, tendía a colocarse en ángulos rectos. Finalmente, publicó sus descubrimientos sin darles ninguna explicación.



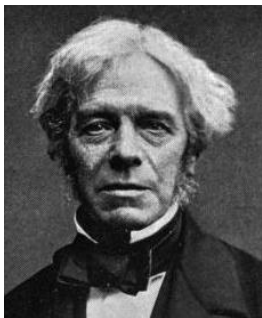
Los experimentos de Oersted causaron gran sensación y fueron reproducidos por el matemático Dominique François Jean Arago ante la Academia Francesa en París. Siete días después del reporte de Arago, André-Marie Ampère sugirió que el ferromagnetismo era originado por corrientes eléctricas internas y que éstas fluían perpendicularmente al eje del imán.

El matemático y físico francés pensó que si la corriente en un alambre ejercía una fuerza magnética en una aguja de compás, dos alambres similares también deberían interactuar magnéticamente. Concluyó que la naturaleza del magnetismo era diferente de lo que todos creían; era básicamente una fuerza entre corrientes eléctricas.

En una serie de ingeniosos experimentos, Ampère demostró que la interacción era simple y fundamental: dos corrientes en hilos paralelos que discurren en la misma dirección se atraen y cuando lo hacen en direcciones opuestas se repelen.



**André-Marie Ampère**



**Michael Faraday**

Michael Faraday realizó importantes contribuciones al estudio de la electricidad y el magnetismo. En 1830 descubrió que al mover un alambre en un campo magnético se genera una corriente (inducción electromagnética). Este descubrimiento llevó a la invención del generador eléctrico.

Las investigaciones experimentales de Faraday posibilitaron a James Clerk Maxwell, profesor de la universidad de Cambridge, Inglaterra, establecer la interdependencia de la electricidad y el magnetismo. En 1873 publicó la primera teoría unificada de electricidad y magnetismo. Postuló que la luz era de naturaleza electromagnética y que la radiación electromagnética de otras longitudes de onda debía ser posible.



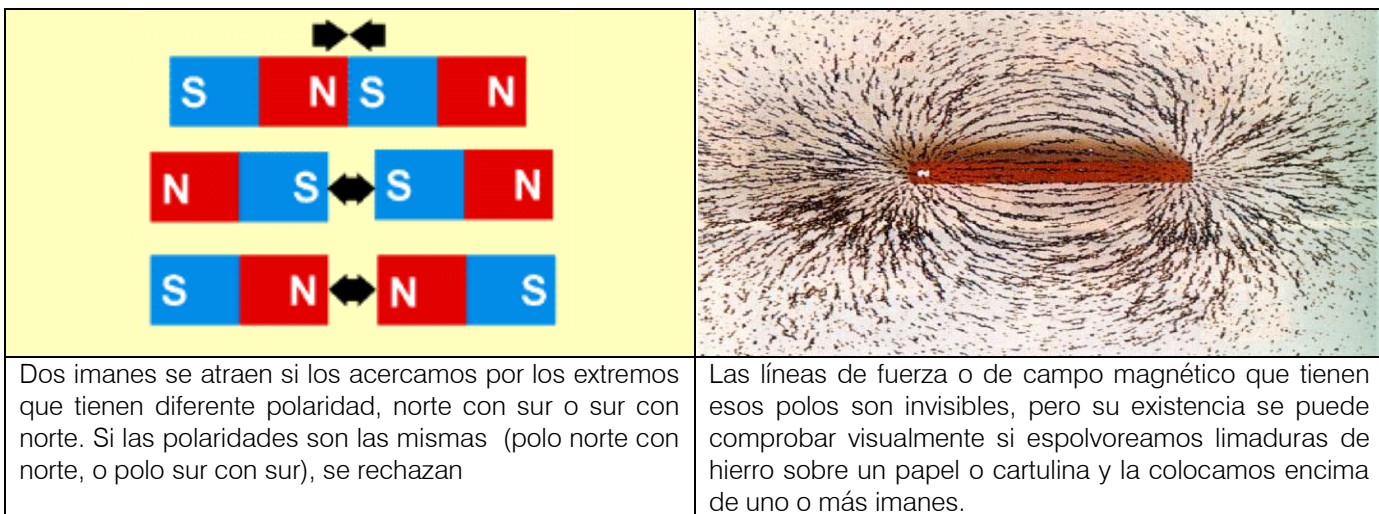
**James Clerk Maxwell**

### Teoría moderna del magnetismo.

El magnetismo es un fenómeno físico por el que ciertos materiales ejercen fuerzas de atracción o repulsión sobre otros materiales. El magnetismo es producido por imanes naturales o artificiales. Además, tienen la propiedad de polaridad.

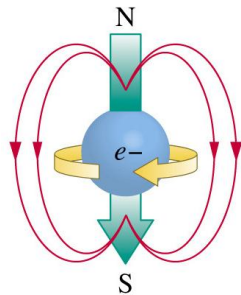
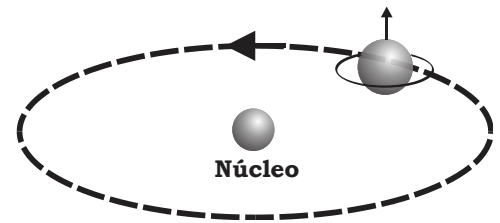
Cualquier tipo de imán, ya sea natural o artificial, posee dos polos perfectamente diferenciados: uno denominado polo norte y el otro denominado polo sur.

Una de las características principales que distingue a los imanes es la fuerza de atracción o repulsión que ejercen sobre otros metales.



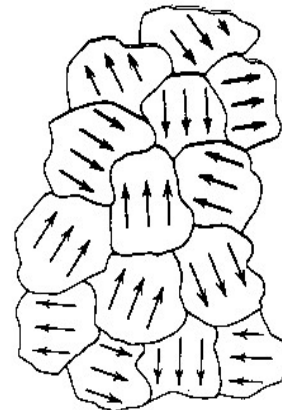


El magnetismo es el resultado del movimiento de los electrones en los átomos de las sustancias. Por lo tanto el magnetismo es una propiedad de la *carga en movimiento* y está estrechamente relacionado con el fenómeno eléctrico. De acuerdo con la teoría clásica, los átomos individuales de una sustancia magnética son, en efecto, diminutos imanes con polos norte y sur.

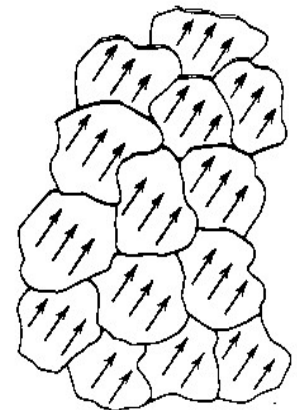


La polaridad magnética de los átomos se basa principalmente en el espín de los electrones y se debe sólo en parte a sus movimientos orbitales alrededor del núcleo.

Los átomos en un material magnético están agrupados en microscópicas regiones magnéticas a las cuales se aplica la denominación de *dominios*. Se piensa que todos los átomos dentro de un dominio están polarizados magnéticamente a lo largo de un eje. En un material no magnetizado, estos dominios se orientan en direcciones al azar. Si un gran número de dominios se orientan en la misma dirección el material mostrará fuertes propiedades magnéticas.



Los dominios magnéticos en un material no magnetizado se encuentran orientados al azar.



La orientación de los dominios en un material magnetizado.

### Tipos de imanes.

La clasificación que se ha dado a los materiales que tienen propiedades magnéticas básicamente reside en la composición de los elementos que la constituyen; de esta manera existen sustancias que producen o no alteraciones en un campo magnético. Esto quiere decir que se imantan con facilidad, no se pueden imantar o tal vez de manera muy débil. Podemos hacer una clasificación de estas propiedades y dividir las en:

**Imanes Paramagnéticos.** Llamamos materiales paramagnéticos a los que son atraídos débilmente. La debilidad de la fuerza de atracción se explica en términos de que los imanes moleculares están en completo desorden (ya que la interacción entre ellos es muy débil) y el campo magnético externo sólo alcanza para orientarlos ligeramente. Algunos materiales paramagnéticos son: aluminio, litio, iridio, platino, magnesio y sulfato de cobre.

**Imanes diamagnéticos.** Llamamos materiales diamagnéticos a los que son repelidos por el campo magnético. La debilidad de la fuerza de repulsión se explica porque sus moléculas no se comportan como imanes; no hay imanes moleculares en su interior que se orienten por efecto del campo externo. Se puede pensar que el campo magnético externo modifica las órbitas de los electrones induciendo campos magnéticos que se oponen al campo magnético externo, produciéndose una débil fuerza de repulsión. Desde este punto de vista todos los materiales son diamagnéticos, aunque la mayor intensidad de los efectos paramagnéticos (y ferromagnéticos) ocultan la componente diamagnética. Algunos materiales diamagnéticos son: bismuto, oro, plata, cobre, agua y plomo.

**Imanes ferromagnéticos.** Son los materiales magnéticos que presentan una gran facilidad para imantarse; sus moléculas se comportan como pequeños imanes o dipolos magnéticos, los que por interacción magnética se orientan entre sí formando los dominios magnéticos. Cuando se les coloca en las proximidades de un imán se convierten en otro imán inducido, por lo que siempre se producirá una fuerza de atracción. Algunos materiales ferromagnéticos son: metales como acero, ferrita, cobalto, hierro y níquel.



### Actividad: 2

En binas, realicen la siguiente actividad y comenten sus respuestas en forma grupal.

1. Mencionen las diferencias entre los imanes naturales y artificiales.

---



---



---



---



---

2. Investiguen 5 materiales que son atraídos por los imanes.

---



---



---



---



---

3. Cuando vamos a la recicladora de latas de aluminio, ¿por qué primero las pasan por un imán?

---



---



---



---



---

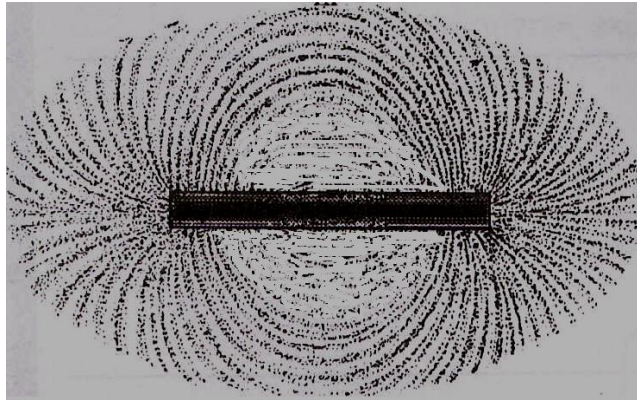
Evaluación					
Actividad: 2	Producto: Trabajo de investigación.			Puntaje:	
Saberes					
Conceptual	Procedimental			Actitudinal	
Averigua aspectos prácticos relacionados con los imanes.	Elabora un reporte con la información encontrada acerca de situaciones cotidianas relacionadas con los imanes.			Actúa con solidaridad en el trabajo por equipos.	
Coevaluación	C	MC	NC	Calificación otorgada por el docente	



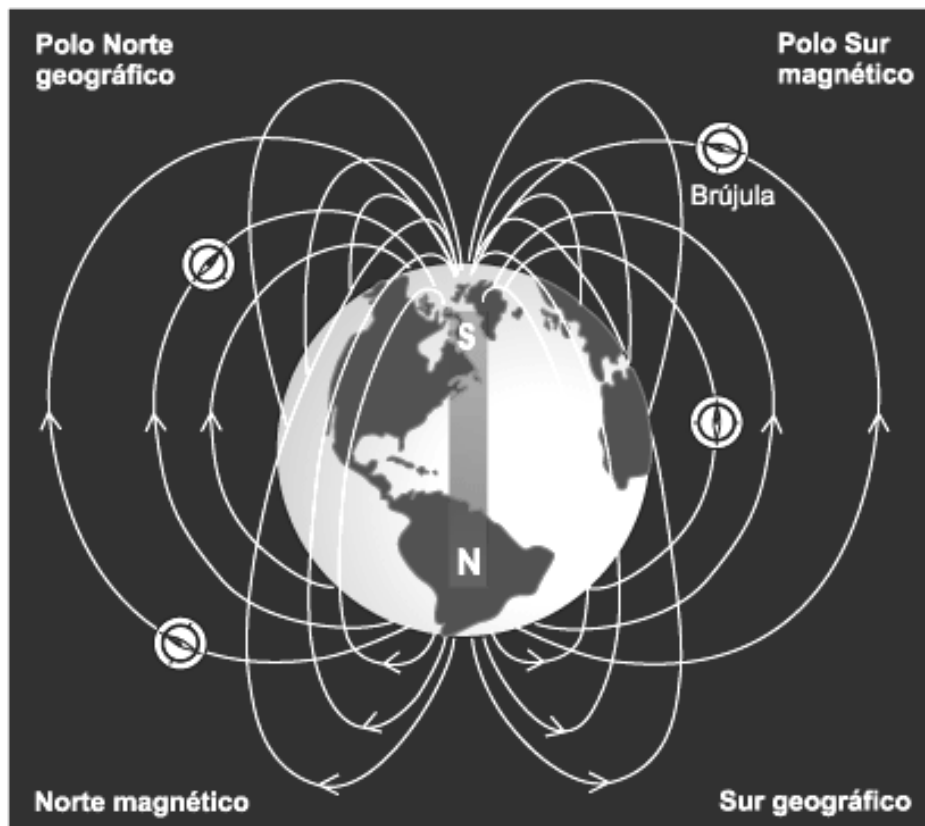
### Características de los imanes.

- a) Si se toma un imán de barra y lo acercamos a limaduras de hierro, notaremos que éstas se concentran en mayor cantidad en sus extremos. Esto indica que la fuerza del imán, llamada **fuerza magnética**, es más intensa en esos lugares llamados *polos magnéticos* del imán.

"Los polos magnéticos de un imán son regiones donde la fuerza magnética (o el campo) es más intensa"

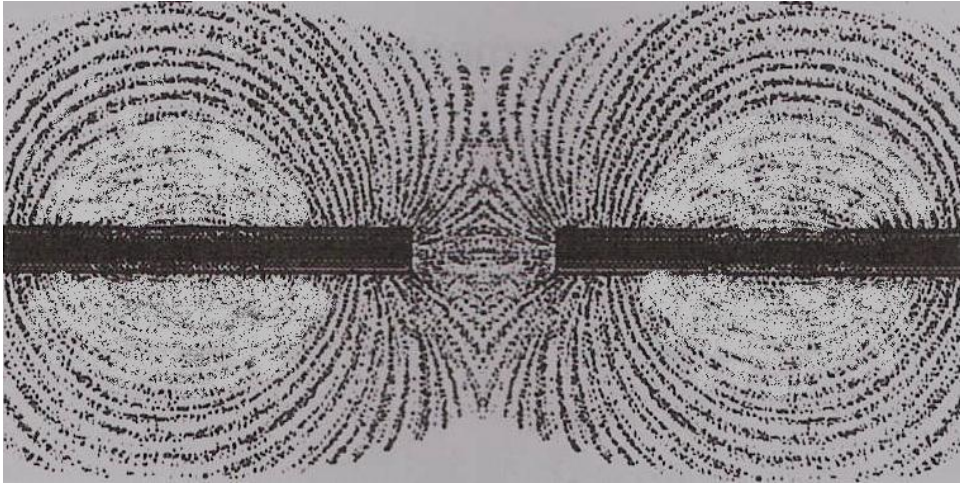


- b) Si suspendemos un imán de barra horizontalmente con un hilo delgado, se orienta, después de cierto tiempo, de modo que uno de sus extremos apunta hacia el norte y el otro al sur. El primero, se dice que es el polo norte magnético del imán y obviamente, el segundo es el polo sur. Esto indica que la Tierra misma es un imán, cuyo polo sur magnético está hacia el norte geográfico y viceversa, ver figura.



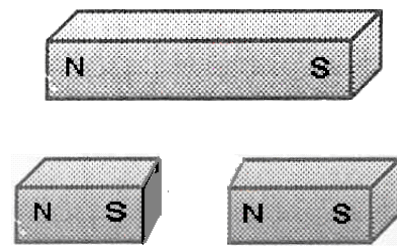
La Tierra es un gigantesco imán.

- c) También podemos descubrir que si acercamos dos imanes de barra por sus dos polos iguales, se repelen entre sí, pero si lo hacemos con sus polos diferentes se atraen.



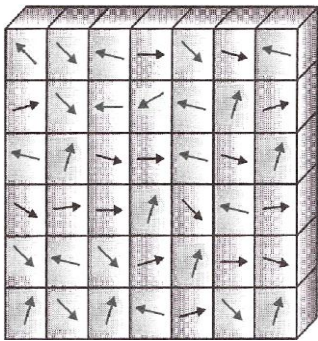
- d) Si por accidente se nos cae un imán, notaremos que al partirse se forman dos nuevos imanes, cada uno con sus polos norte y sur.

El campo magnético de cada uno de los átomos del hierro es tan intenso que la interacción entre átomos adyacentes provoca que grandes grupos de ellos se alineen entre sí. Estos grupos de átomos alineados se llaman **dominios magnéticos**. Cada dominio está perfectamente magnetizado, y está constituido por millones de átomos alineados. Los dominios son extremadamente pequeños, y un cristal de hierro contiene muchos de ellos.

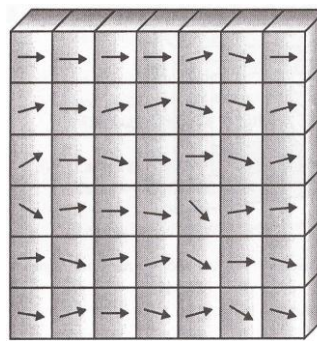


Los dominios se alinean de manera muy semejante a como lo hacen las cargas eléctricas en un trozo de papel en presencia de una varilla cargada.

Los imanes se hacen así, simplemente colocando trozo de hierro para hacer que se alineen esos dominios que se resistan a hacerlo. Otra manera de alinear los dominios es frotar un trozo de hierro con un imán; el frotamiento alinea los dominios en el hierro. Si se deja caer un imán permanente o si se le calienta, algunos de los dominios se desalinean y, como consecuencia, el imán se debilita.



*Trozo de hierro con los dominios Magnéticos desordenados.*



*Trozo de hierro con los dominios Magnéticos ordenados*



## Diferencia entre interacciones gravitatorias y la electromagnética.

El origen de la interacción gravitatoria se encuentra en la propiedad de la materia llamada masa y su magnitud es extremadamente pequeña comparada con la electromagnética. Aunque es más débil, la podemos apreciar cotidianamente debido a que en nuestro entorno existen cuerpos con masas muy grandes. Su rango de alcance es extremadamente grande, aunque disminuye rápidamente con la distancia. Por ejemplo la formación del sistema solar y la vida en el planeta Tierra, dependen en gran medida de la interacción gravitatoria. Fenómenos como la caída de una manzana, el movimiento de un satélite alrededor de un planeta y el movimiento relativo entre las galaxias, están determinados por la interacción gravitatoria. La fuerza gravitatoria podemos sentirla a cada instante al estar pegados a la Tierra.

En presencia de grandes acumulaciones de partículas, es decir, de cuerpos de gran masa, puede tener un efecto enorme, llegando a colapsar estrellas bajo la fuerza gravitatoria interna de su propia masa, dando lugar a los famosos **agujeros negros** y a las no tan famosas **estrellas de neutrones**.

Esta fuerza no tiene límite en su alcance, aunque su influencia se reduce según aumenta la distancia, como ya formuló **Isaac Newton** con su **Ley de la Gravedad**, una Ley que posteriormente fue mejorada por Einstein. Las ecuaciones de Newton no eran otra cosa que un caso particular de otras más generales. Ese caso particular es el de nuestra vida cotidiana, pero a escala mayor rige la **Teoría General de la Relatividad**.

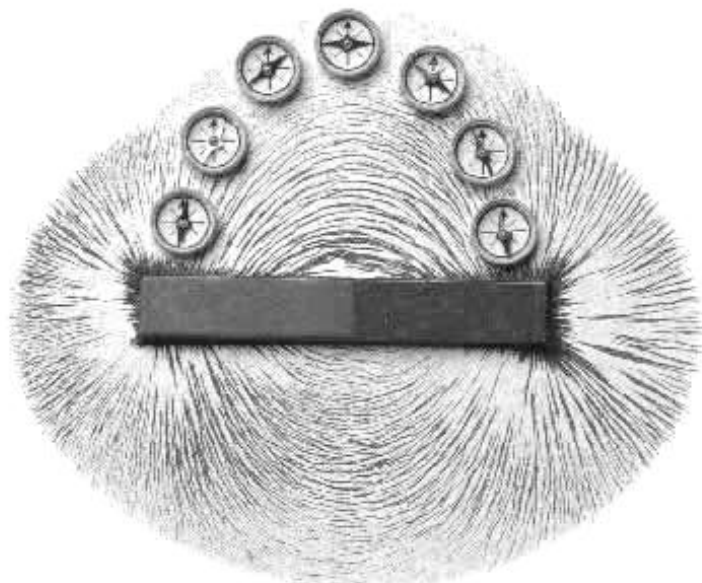
La **interacción electromagnética** es más poderosa que la interacción gravitatoria y tiene su origen en la carga eléctrica. Debido a que los átomos están formados por cargas eléctricas y a que la materia está constituida por átomos, el estudio de la materia, la radiación y sus interacciones se hace utilizando la interacción electromagnética. Con base en esta interacción se pueden explicar la mayoría de las propiedades de la materia; sus fases sólida, líquida, gaseosa y plasmática, así como su textura, su color, su transparencia, opacidad y dureza. La formación de moléculas involucra fuerzas electromagnéticas, por lo que las propiedades químicas de la materia tienen su origen en esta interacción. Muchas ramas de la ciencia son resultado directo del estudio de las propiedades electromagnéticas de la materia. La interacción electromagnética se manifiesta cotidianamente de dos formas: la fuerza eléctrica y la fuerza magnética.

La interacción electromagnética cuenta con la particularidad de que puede ser de dos tipos. En el caso de la fuerza magnética, son dos polos, norte y sur. En el caso de la fuerza eléctrica, son dos cargas, positiva y negativa, de forma que cuando dos partículas cuentan con distinta carga se atraen y cuando coinciden se rechazan.

## Campo magnético.

Así como una masa causa en el espacio que la rodea, un campo gravitacional y como una carga da origen a un campo eléctrico, igualmente los imanes causan en el espacio a su alrededor un **campo magnético (B)**. Esto es, en el espacio que rodea a un imán se produce un campo de fuerza que actúan sobre otros imanes colocados ahí. Las líneas de dicho campo pueden observarse así:

- Si colocamos muchas agujas imantadas (brújulas) en la proximidad de un imán y observamos su reacomodo, éstas nos indicarán las líneas del campo magnético. Por convención, el sentido de éste es hacia donde apunta el polo norte de las brújulas.

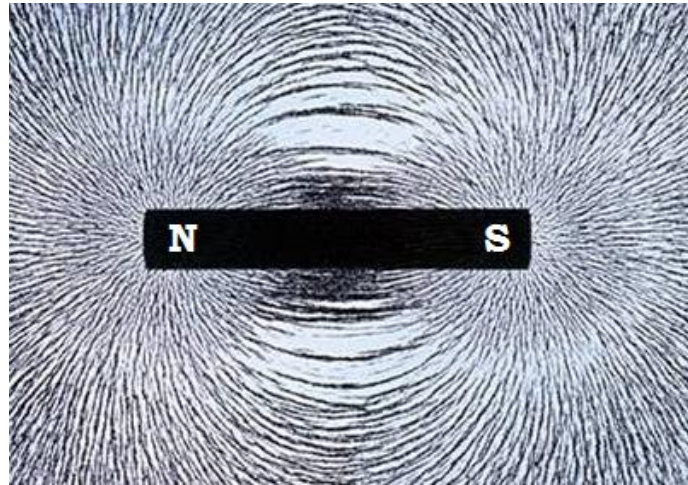


Determinación de las líneas de campo de un imán empleando brújulas.

- b) Al colocar limaduras de hierro sobre una cartulina, o en una placa de vidrio y por debajo un imán, las limaduras se acomodan siguiendo las líneas del campo magnético producido.

Así como en los campos gravitacional y eléctrico, estas líneas están más cercanas unas de otras, donde el campo es más intenso, entonces, las líneas de campo magnético tienen las siguientes características:

- La dirección del campo magnético, en un punto determinado, es la tangente a la línea de campo en ese punto.
- El sentido de este campo es hacia donde apunta el polo norte de una brújula de prueba.
- Su número es mayor en las regiones donde el campo es más intenso.



### Relación entre electricidad y magnetismo.

Los conceptos del magnetismo y de la electricidad se desarrollaron en forma independiente hasta que, en 1820, el profesor Danés de Física de segunda enseñanza, llamado Hans Christian Oersted descubrió, en una demostración que realizaba en el salón de clases, que una corriente eléctrica afecta a una brújula magnética. Vio que el magnetismo estaba relacionado con la electricidad. Poco después, el físico francés Ampère propuso que las corrientes eléctricas son la fuente de todo magnetismo. La explicación de este hecho la dio Albert Einstein en 1905.

### Fuerza y campo magnético.

El espacio contiene energía; esta energía está contenida en el campo que se origina en la carga eléctrica. Toda carga se encuentra rodeada por un campo eléctrico. Si la carga está en movimiento, la región del espacio que la rodea se modifica todavía más. Esta modificación debida al movimiento de una carga se llama **campo magnético (B)**.

La Ley de Ampere expresa que la intensidad del campo magnético producido disminuye a medida que nos alejamos del alambre para hacer la medición y aumenta si aumentamos la intensidad de corriente que pasa por el alambre. Esto se expresa en la siguiente ecuación:

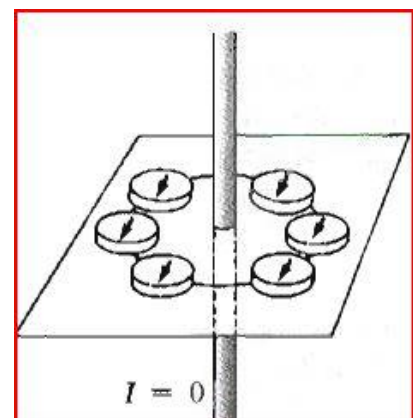
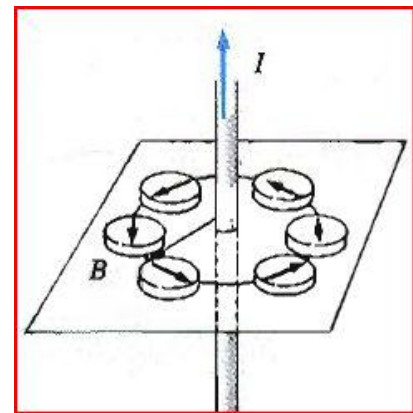
$$B = \frac{K_m I}{d}$$

donde B es la magnitud del campo magnético, I la intensidad de corriente eléctrica, d la distancia al alambre y  $K_m$  es la constante magnética o de ampere, la cual en el sistema internacional tiene un valor de  $K_m = 2 \times 10^{-7} \text{ N} / \text{A}^2$ , esto obliga a medir la intensidad de corriente en amperes, la distancia en metros y la unidad del campo es:

$$B = \frac{\left(\frac{\text{N}}{\text{A}^2}\right)(\text{A})}{\text{m}} = \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}} = \text{Tesla}, \text{ que se abrevia T. Como es una unidad muy grande, es común la utilización de otra unidad llamada gauss, cuya equivalencia es } 1 \text{ tesla} = 1 \times 10^4 \text{ gauss o } 1 \text{ gauss} = 1 \times 10^{-4} \text{ T.}$$

Como ya se dijo, al pasar la corriente por un alambre produce un campo magnético y si queremos saber la dirección y el sentido de este campo podemos emplear una brújula que, al orientarse, nos señalará la polaridad.

Como ya se dijo, al pasar la corriente por un alambre produce un campo magnético y si queremos saber la dirección y el sentido de este campo podemos emplear una brújula que, al orientarse, nos señalará la polaridad.







El sentido de la línea de la fuerza también se determina mediante la regla de la mano derecha: Se toma el conductor con la mano derecha de modo que el pulgar extendido señale el sentido de corriente, el giro que hacen los dedos al tomar el conductor tiene el mismo sentido que las líneas de inducción de campo magnético. Cabe aclarar que no es necesario tomar de verdad al alambre conductor, sino simular que lo hacemos.

Aquí hay que tomar en cuenta que, para el uso de la regla de la mano derecha, se considera una corriente con movimiento de cargas positivas. Antiguamente se creía que una corriente eléctrica consistía de cargas positivas en movimiento. En realidad, los que se mueven por el alambre son electrones, los cuales tienen carga negativa. Actualmente, por conveniencia, aún se sigue considerando la corriente eléctrica como si fuera de cargas positivas (es decir, del polo eléctrico positivo al negativo). Pero la corriente eléctrica real es en sentido contrario, o sea, del polo eléctrico negativo al positivo.

**Ejemplo:**

Calcula la intensidad del campo magnético que se encuentra a una distancia de 5 cm de un alambre que lleva una corriente de 10 A.

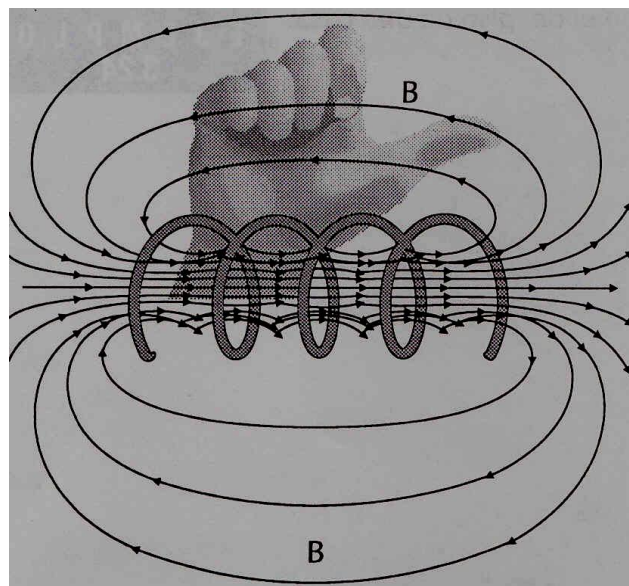
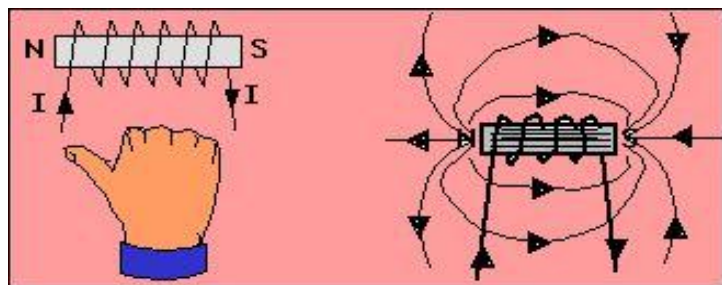
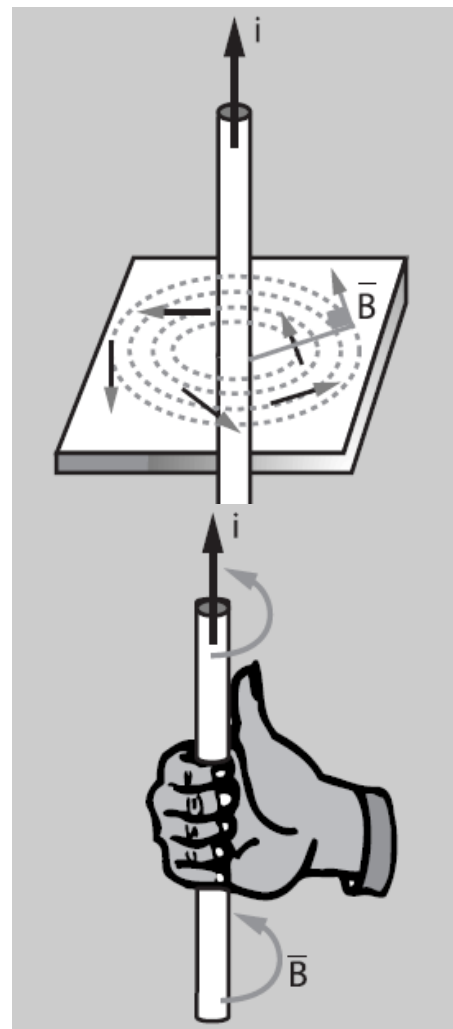
Solución:

$$B = \frac{K_m I}{d} = \frac{(2 \times 10^{-7} \text{ N/A}^2)(10 \text{ A})}{0.05 \text{ m}} = 4 \times 10^{-5} \text{ T}$$

**Bobinas y electroimanes.**

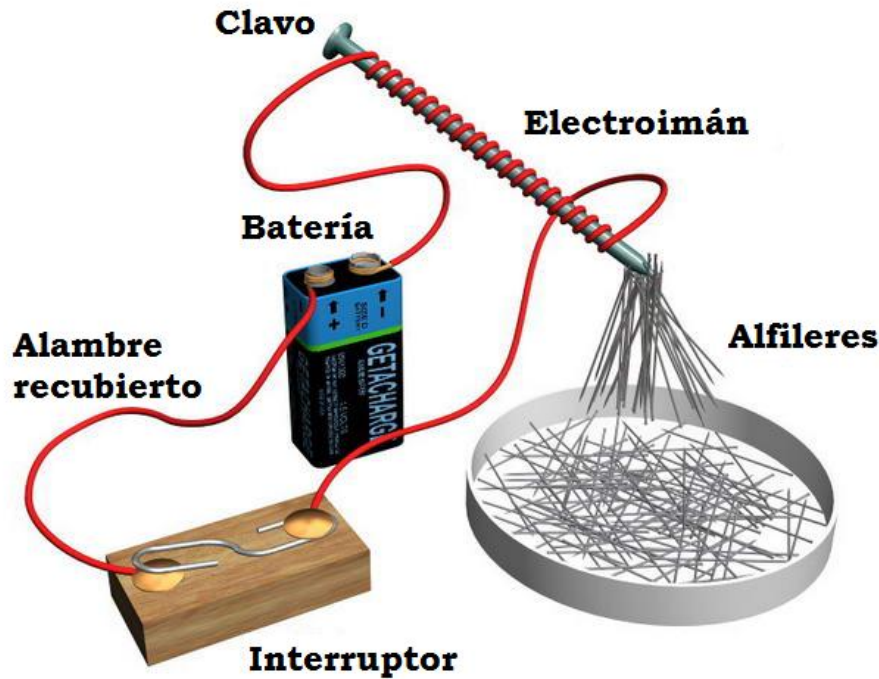
Se pueden obtener campos magnéticos más intensos que el producido por un alambre recto, si lo doblamos o enrollamos.

Cuando hacemos que el alambre dé una vuelta, el campo magnético de una sección se superpone con el de la otra, produciendo un campo magnético dos veces mayor en el espacio entre ellas, pero si enrollamos el alambre de modo que dé varias vueltas, formamos lo que se llama una bobina o solenoide y se producen campos magnéticos mucho más intensos, dependiendo del número de vueltas y por supuesto de la intensidad de corriente eléctrica. Este campo es parecido al de un imán de barra, como se aprecia en la figura.



**Líneas del campo que forma un solenoide y “Regla de la mano derecha” aplicada a un solenoide:** Los dedos de la mano derecha “siguen” la dirección de la corriente eléctrica y el pulgar indicará el polo norte magnético producido. Recuerda que se está tomando en cuenta como si la dirección de la corriente eléctrica fuera del polo positivo al negativo.

Cuando a una bobina se le introduce una barra de hierro, como un tornillo enrollado en cobre, se originan, al pasar la corriente, campos magnéticos aun de mayor intensidad. A este dispositivo se le llama electroimán y tiene la importante propiedad de producir campos magnéticos variables, lo que los hace de enorme importancia en la tecnología moderna, para fabricar: Medidores eléctricos, timbres, teléfonos, elevadores, motores y generadores eléctricos.



### Actividad: 3

En equipos de tres, respondan las siguientes preguntas:

1. En el magnetismo hay fuerzas de atracción y de repulsión. ¿También existen fuerzas gravitatorias de atracción y repulsión? ¿Por qué?
2. En términos de la concentración de las líneas de campo magnéticas, ¿en qué partes de un imán es más fuerte el campo magnético?





**Actividad: 3 (continuación)**



**En equipos de tres, resuelvan los siguientes ejercicios:**

1. Calculen la intensidad del campo magnético que se encuentra a una distancia de 10 cm de un alambre que lleva una corriente de 5 A.
  
2. Un cable lleva una corriente de 20 A. ¿A qué distancia del cable habrá un campo magnético de 0.00005 T?



Evaluación					
Actividad: 3	Producto: Ejercicio práctico.			Puntaje:	
Saberes					
Conceptual	Procedimental			Actitudinal	
Reconoce que el magnetismo está relacionado con la electricidad y tiene diferencias con la gravitación.	Se vale del conocimiento adquirido sobre el magnetismo y la electricidad, para aplicarlo a situaciones prácticas.			Cumple con lo señalado en la actividad con esmero y responsabilidad.	
Coevaluación	C	MC	NC	Calificación otorgada por el docente	



## ■ Cierre



### Actividad: 4

**En equipos de tres, realicen lo siguiente:**

1. Consigan un imán de herradura o de barra, una lima de hierro y unos clavos. Limen un clavo y recojan las limaduras sobre una hoja de papel. Coloquen el imán debajo del papel y observen qué pasa con las limaduras. Tomen una fotografía, imprímanla y péguenla en este espacio.





**Actividad: 4 (continuación)**



- Consigan una o dos pilas tamaño "AA" o "C", uno o dos metros de alambre delgado *de cobre aislado* (es decir, con cubierta de barniz o plástico), un clavo o varilla de fierro, una navaja (cutter) y cinta adhesiva eléctrica. Enrollen el alambre sobre el clavo con tantas vueltas como puedan. Limpie los extremos del alambre con la navaja. Peguen los extremos del alambre a los polos eléctricos de la pila y tendrán un electroimán. Tomen una foto del electroimán, atrayendo objetos de metal, imprímanla y péguenla en este espacio. (Procuren no tener demasiado tiempo conectado el electroimán a la pila, para que no se descargue tan rápidamente).



Evaluación					
Actividad: 4	Producto: Reporte práctico.			Puntaje:	
Saberes					
Conceptual	Procedimental			Actitudinal	
Conoce los fundamentos de los imanes y electroimanes.	Experimenta las propiedades de los imanes y electroimanes.			Cumple con lo señalado en la actividad con esmero y responsabilidad.	
Coevaluación	C	MC	NC	Calificación otorgada por el docente	



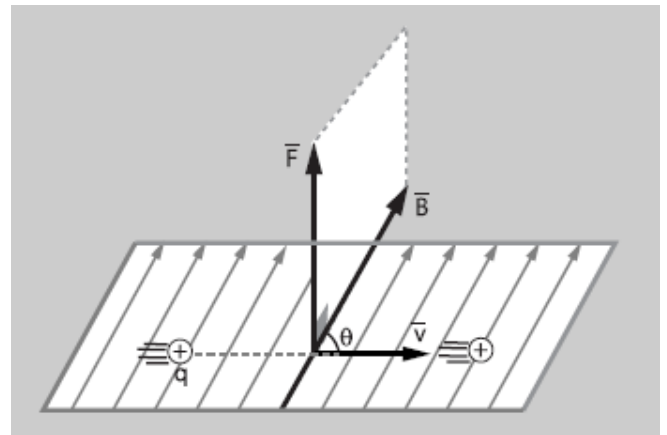
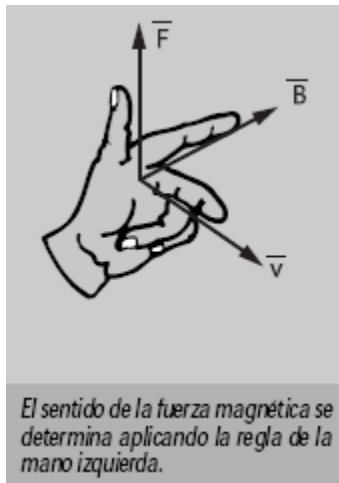


**Fuerza de un campo magnético.**

**A) SOBRE UNA CARGA MÓVIL**

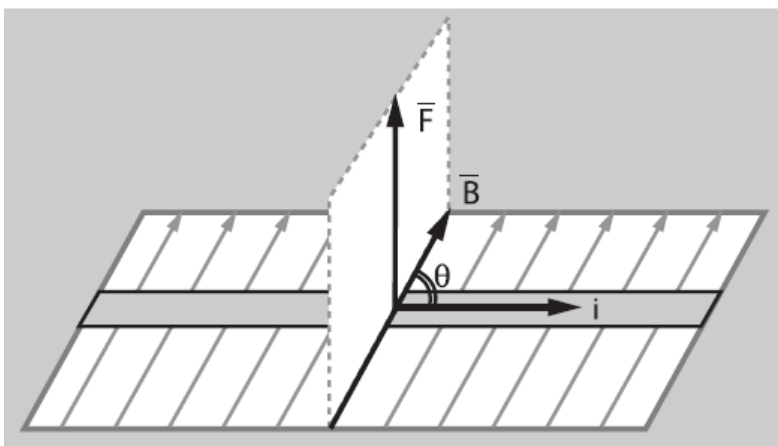
De lo estudiado hasta el momento, es fácil recordar que una carga en movimiento genera un campo magnético (Experimento de Oersted), si dicha carga entra a otro campo magnético ( $\vec{B}$ ) se produce una interacción de campos magnéticos, las cuales originan una fuerza magnética en dicha carga, cuyo valor dependerá de la magnitud de la carga, del campo magnético  $\vec{B}$  y de la velocidad  $\vec{v}$  que posee; la dirección de la fuerza será perpendicular al plano que contiene  $\vec{B}$  y  $\vec{v}$ .

El sentido de la fuerza magnética se determina por el método de la mano derecha, para movimientos de cargas positivas. Si el movimiento es de cargas negativas, se tendría que usar la mano izquierda, como se ve a continuación.



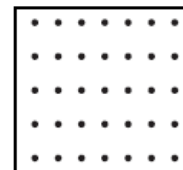
**B) SOBRE UN CONDUCTOR CON CORRIENTE ELÉCTRICA**

Si un conductor con corriente eléctrica se encuentra en un campo magnético; sobre dicho conductor actúa una fuerza resultante que es perpendicular al plano determinado por la corriente y el vector campo magnético.

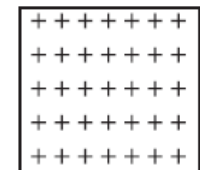


**OBSERVACIONES**

Cuando se tiene un campo magnético uniforme y perpendicular al papel, se puede representar de la siguiente manera.



$\vec{B}$ , Apunta hacia el lector

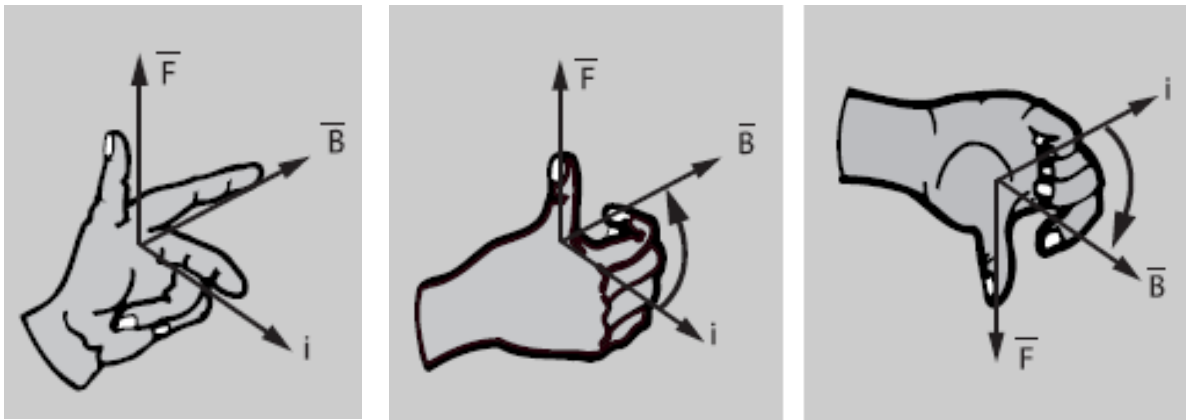


$\vec{B}$ , entra hacia la hoja de papel

¿Cómo se determina el sentido de la fuerza magnética?

Regla de la mano izquierda

Regla de la mano derecha

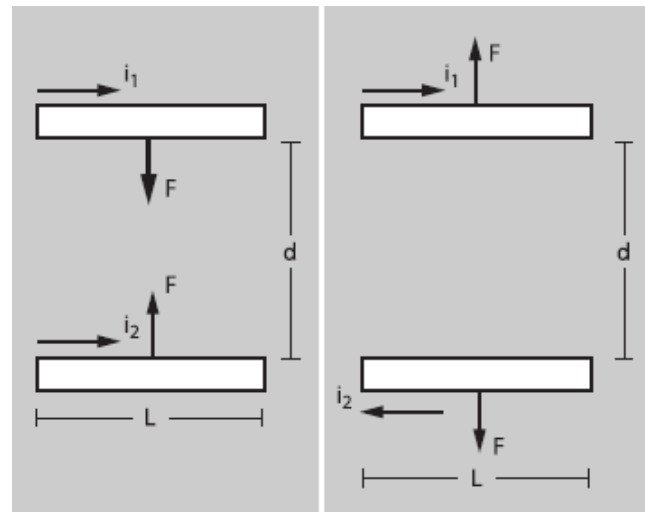


### C) ENTRE DOS CONDUCTORES DE CORRIENTE ELÉCTRICA

Los conductores con corriente se ejercen fuerzas entre sí debido a la interacción de sus campos magnéticos. Los conductores se atraen si las corrientes que circulan por ellos son del mismo sentido y se repelen en caso contrario (ver figuras de la derecha).

#### OBSERVACIÓN

Si se coloca una espira (una vuelta de alambre) dentro de un campo magnético, y por ella circula corriente eléctrica, se notará que entre AD y BC circula la misma corriente pero en sentidos contrarios, lo cual origina que se produzcan fuerzas opuestas y como consecuencia un par de fuerzas (torque), las cuales harán que dicha espira gire.

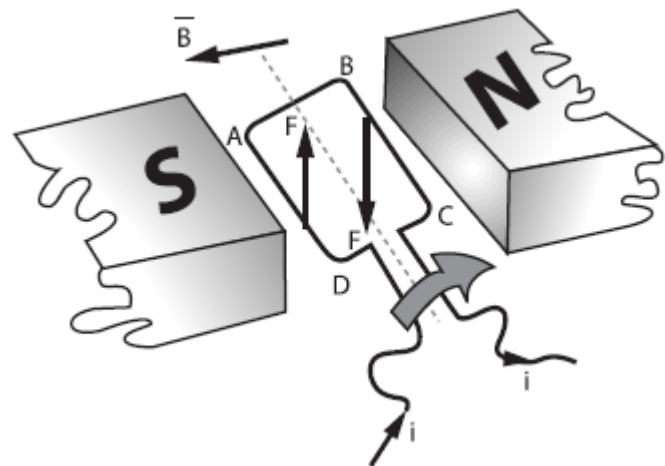


### Aplicación: el motor eléctrico de corriente continua.

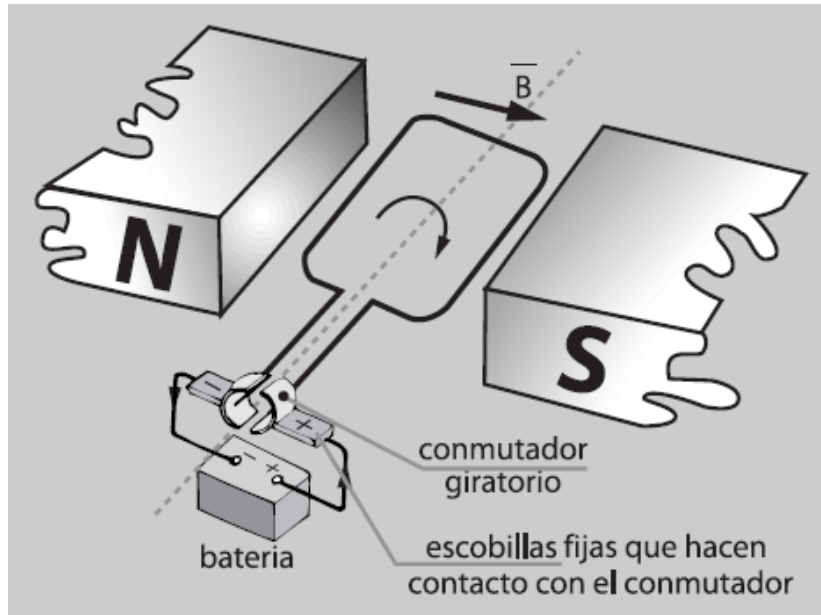
Es aquel dispositivo físico que transforma la energía eléctrica en energía mecánica. Está basado en el torque sobre una espira con corriente.

Campo magnético  
+  
Corriente eléctrica

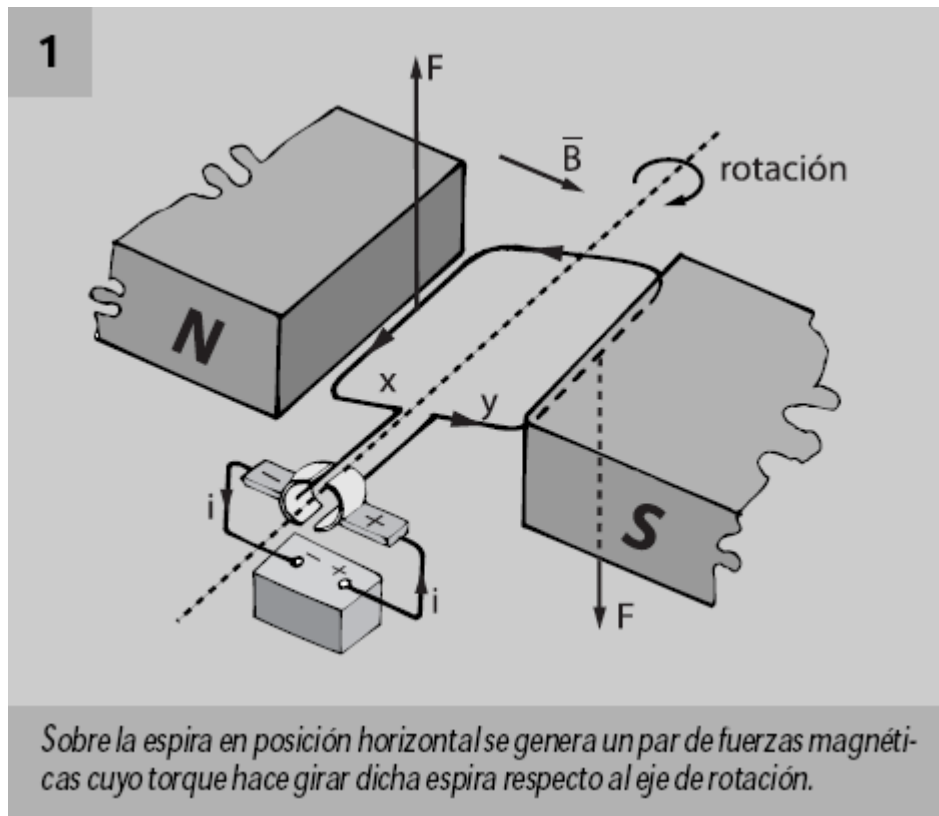
Movimiento  
(energía mecánica)



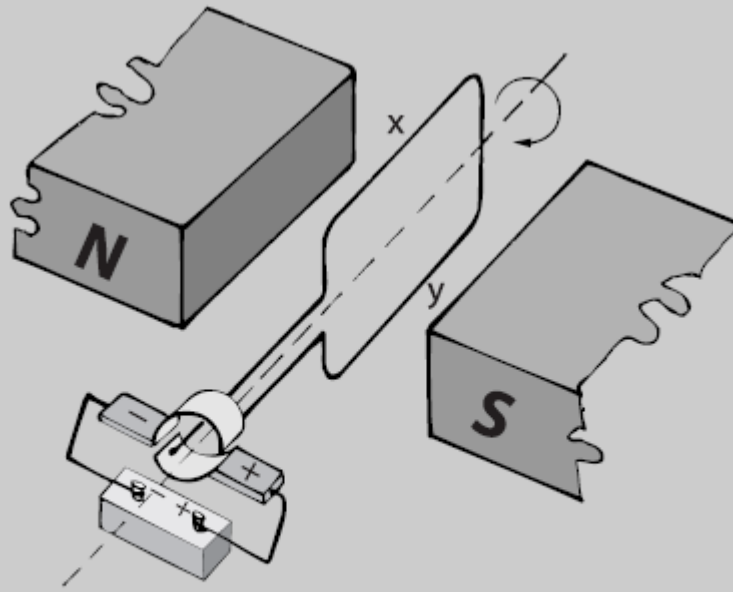




### Explicación

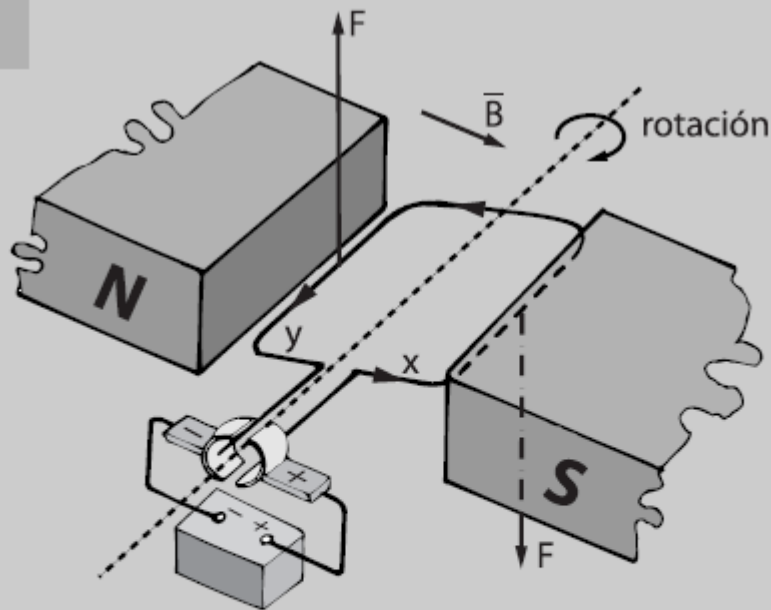


2

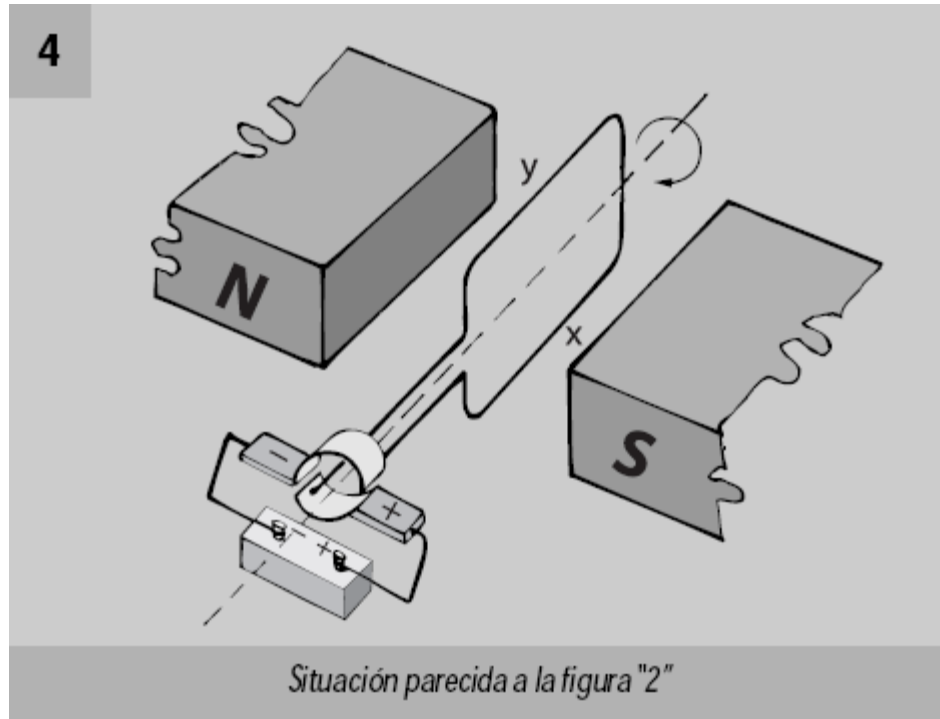


Las fuerzas magnéticas hacen girar la espira hasta colocarlas en un plano vertical, en ese momento el torque se hace cero, sin embargo la inercia hace que la espira complete la media vuelta pese a que ahora las mismas fuerzas se oponen a que el movimiento continúe.

3



Para que el movimiento de rotación prosiga, las fuerzas magnéticas deberán cambiar de sentido. Así, en el tramo "x" inicialmente (fig. 1) la fuerza magnética estaba dirigida hacia arriba, después de girar  $180^\circ$  (fig. 3) dicha fuerza deberá dirigirse hacia abajo. Para que esto suceda se invierte la dirección de la corriente en la espira (ver como el conmutador cambia de polaridad cada  $180^\circ$  de giro).





### Actividad: 2

En equipos de tres, investiguen las partes de un motor eléctrico, cuál es su función y peguen una foto impresa de una pieza real:

PARTE DEL MOTOR	ILUSTRACIÓN
1. Rotor	
2. Estator	
3. Conmutador	
4. Escobillas	





Evaluación					
Actividad: 2	Producto: Trabajo de investigación.			Puntaje:	
Saberes					
Conceptual	Procedimental			Actitudinal	
Comprende los principios del funcionamiento de un motor eléctrico.	Realiza una investigación sobre las partes de un motor eléctrico.			Realiza su trabajo con esmero.	
Coevaluación	C	MC	NC	Calificación otorgada por el docente	

## ■ Cierre

### Actividad: 3



#### En equipos de cinco realicen el siguiente experimento:

Investiguen en internet o cualquier fuente, cómo hacer un motor sencillo, utilizando una pila, clips o alfileres, alambre de cobre y un imán. Elaboren el motor, háganlo funcionar, tómense una foto, imprímanla y péguenla en este espacio.

Pueden consultar, entre otras fuentes:

<http://www.youtube.com/watch?v=Hwv4I0-Xx1M>

<http://new.taringa.net/posts/hazlo-tu-mismo/6839502/Como-hacer-Un-motor-Elctrico-Casero.html>

<http://www.youtube.com/watch?v=so4d71HGfIA>

<http://www.nopuedocreer.com/quelohayaninventado/551/crea-un-motor-electrico-en-30-segundos/>

[http://www.makewiki.com/index.php/Sencillo\\_motor\\_electrico](http://www.makewiki.com/index.php/Sencillo_motor_electrico)

<http://www.cienciaredcreativa.org/informes/motor.pdf>





### Actividad: 3 (continuación)



Evaluación					
Actividad: 3	Producto: Experimento.			Puntaje:	
Saberes					
Conceptual	Procedimental			Actitudinal	
Comprende los principios de elaboración de un motor simple o casero.	Elabora un modelo experimental de un motor eléctrico simple.			Realiza su trabajo con esmero y perseverancia.	
Coevaluación	C	MC	NC	Calificación otorgada por el docente	



## Secuencia didáctica 3. Inducción electromagnética.

### ► Inicio

#### Actividad: 1



En binas, respondan las siguientes preguntas y comenten las respuestas en forma grupal.

1. ¿Qué es una dínamo?

---

---

---

---

2. ¿Cómo se genera la energía eléctrica en las plantas hidroeléctricas?

---

---

---

---

3. ¿Qué tipo de energía se convierte a eléctrica en las plantas hidroeléctricas, las termoeléctricas y las eólicas?

---

---

---

---

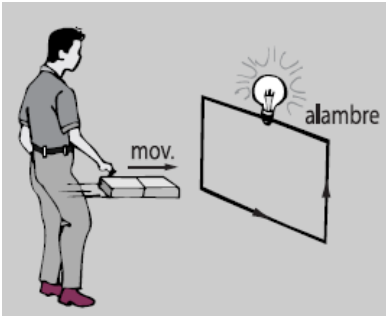


Evaluación						
Actividad: 1		Producto: Cuestionario.		Puntaje:		
Saberes						
Conceptual		Procedimental		Actitudinal		
Reconoce los aspectos elementales de la generación de la energía eléctrica.		Discute sobre los aspectos fundamentales sobre la generación de la energía eléctrica.		Se interesa por conocer más sobre el tema.		
Autoevaluación		C	MC	NC	Calificación otorgada por el docente	

## Inducción electromagnética.

Es aquel fenómeno físico que consiste en producir una corriente eléctrica por medio de un campo magnético variable.

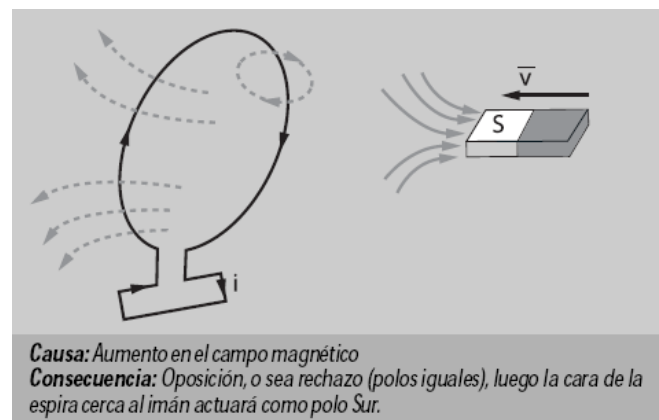
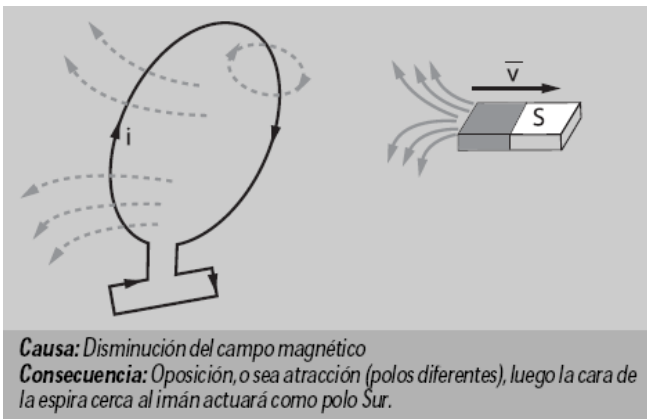
### A) EXPERIMENTO DE FARADAY



Después del descubrimiento de Oersted en el cual se demostraba que una corriente eléctrica genera a su alrededor un campo magnético, Michael Faraday se preguntó si podría darse el caso inverso: ¿Un campo magnético podría generar corriente eléctrica? En el año 1831, Faraday determinó experimentalmente que todo campo magnético variable que interactuase con un circuito eléctrico cerrado, produce en él una corriente eléctrica denominada corriente inducida.

### B) LEY DE LENZ

“La corriente que se induce en un circuito tiene sentido tal que se opone a la causa que lo produce”.

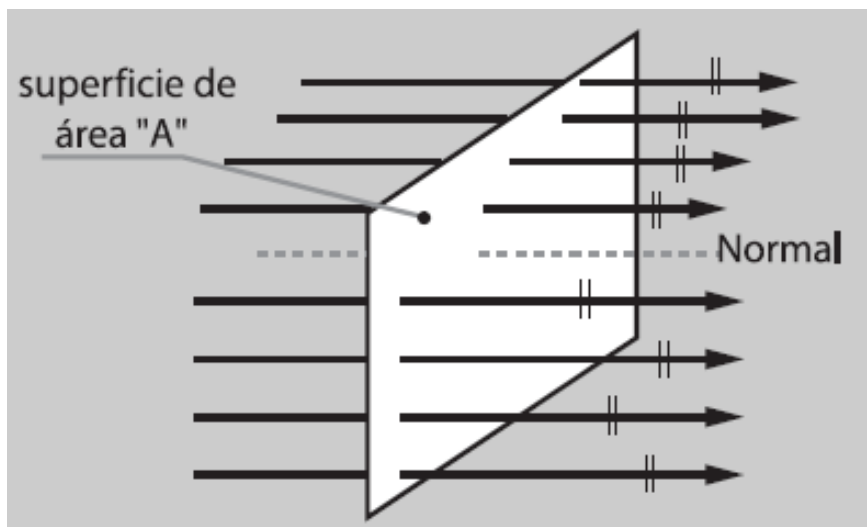






C) FLUJO MAGNÉTICO ( $\Phi$ )

Es una medida del número de líneas de campo magnético que atraviesan un área.



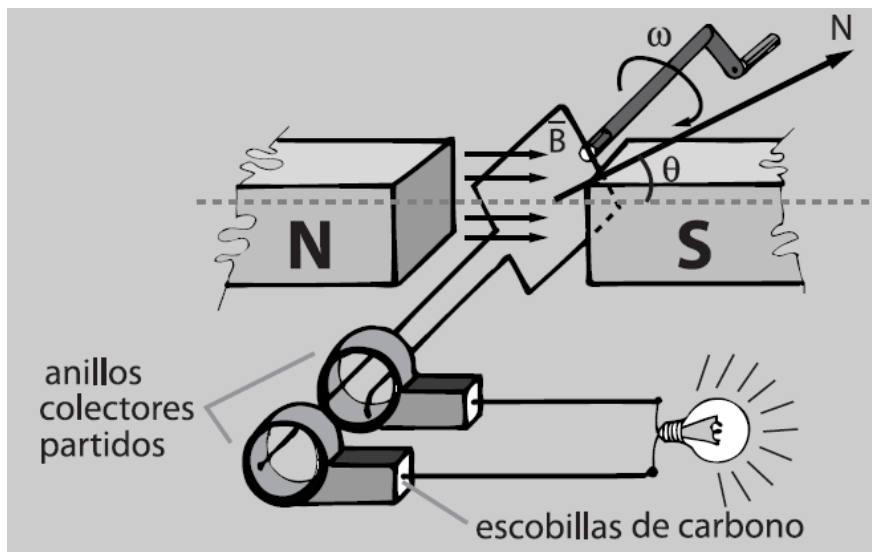
D) LEY DE FARADAY: FUERZA ELECTROMOTRIZ INDUCIDA ( $\varepsilon$ )

Cuando el flujo magnético ( $\Phi$ ) encerrado por un circuito varía, se induce una f.e.m. ( $\varepsilon$ ) en el circuito, proporcional a la rapidez del cambio del flujo y al número de espiras.

**Generadores eléctricos.**

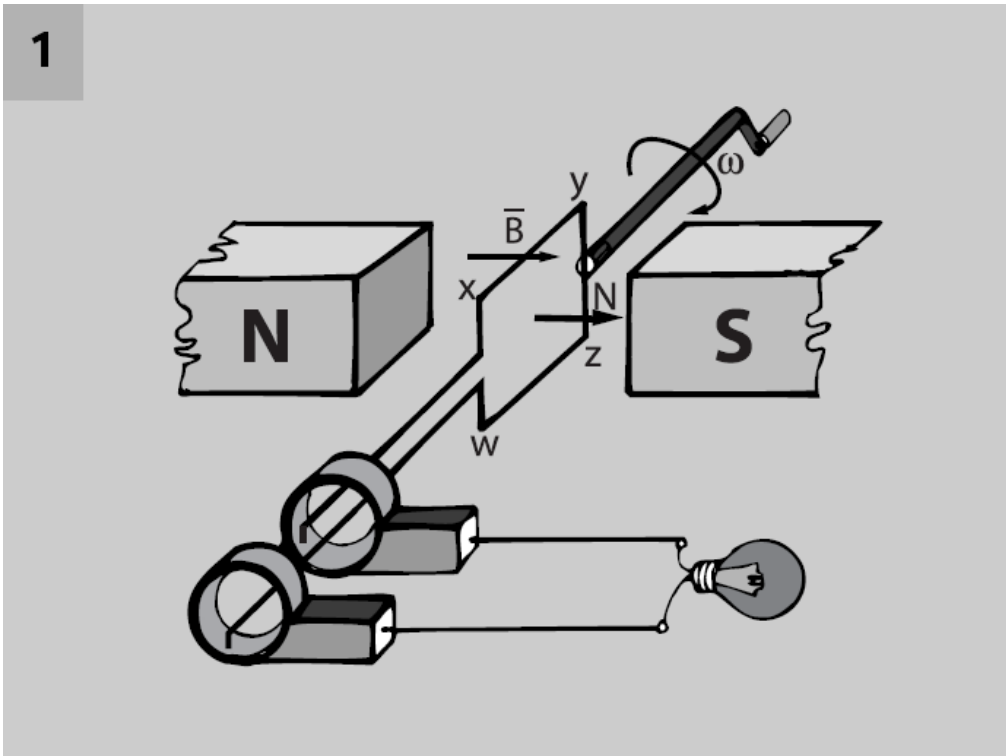
Son aquellos dispositivos que transforman la energía mecánica en energía eléctrica.

A) GENERADOR DE CORRIENTE ALTERNA

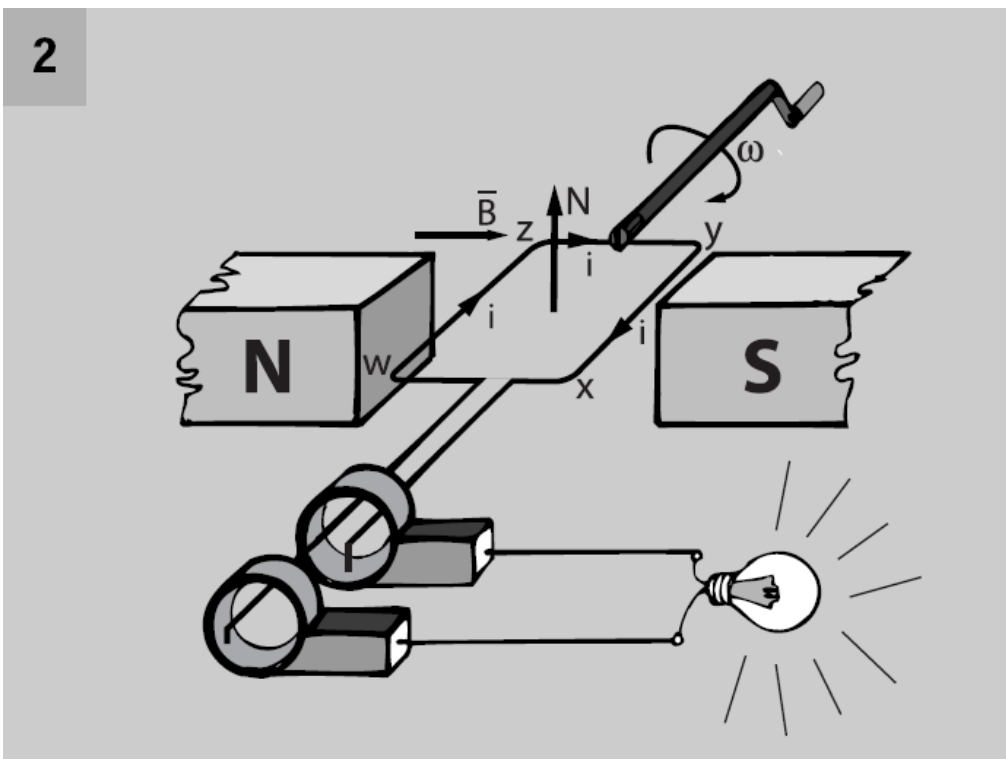


La espira o conjunto de espiras, giran por acción del movimiento de rotación de una manivela, la cual con ayuda del campo magnético B produce energía eléctrica.

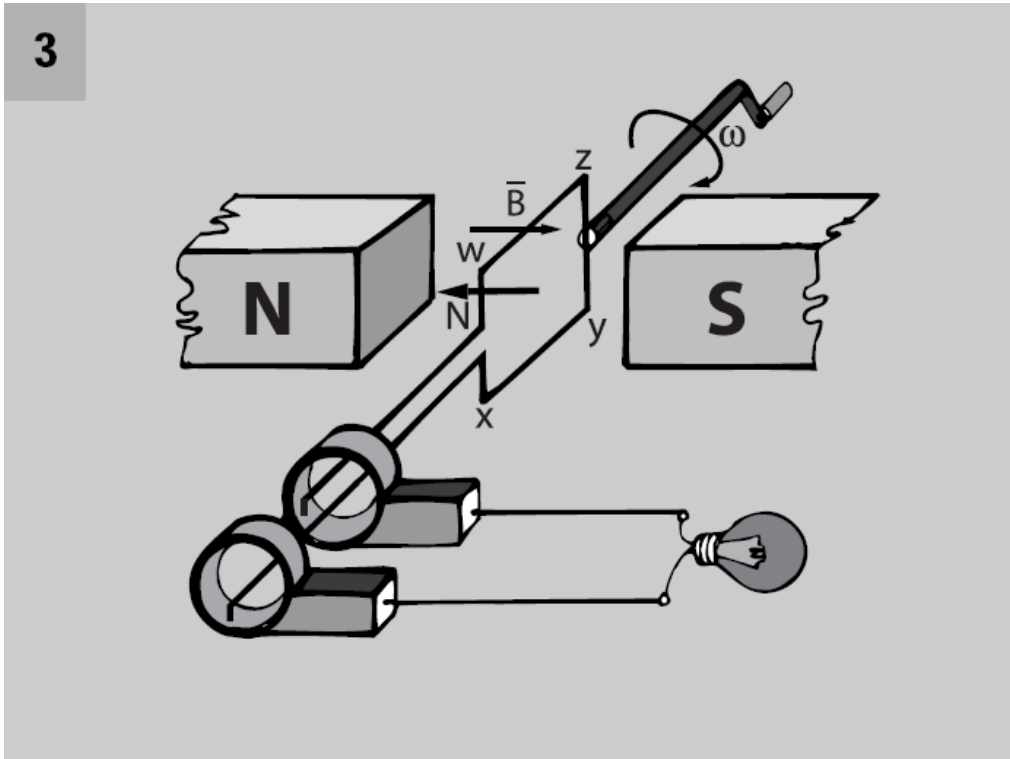
## Explicación



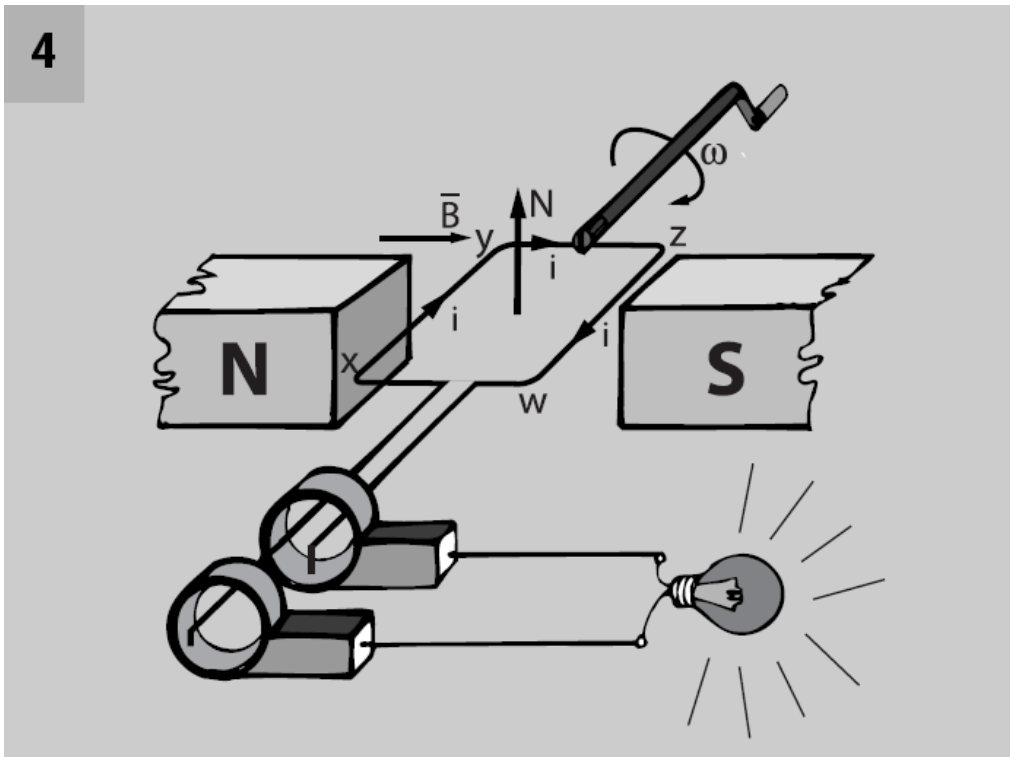
Ángulo = 0 (espira perpendicular al campo magnético). No hay voltaje inducido (la espira no “corta al campo”).



Ángulo desde cero hasta  $90^\circ$ . La espira gira y se genera una corriente eléctrica “i” en el sentido que se indica, y se produce una FEM “ $\varepsilon$ ” inducida.



Ángulo =  $180^\circ$ . En este instante es cuando “i” cambia de sentido y “ε” cambia de polaridad.



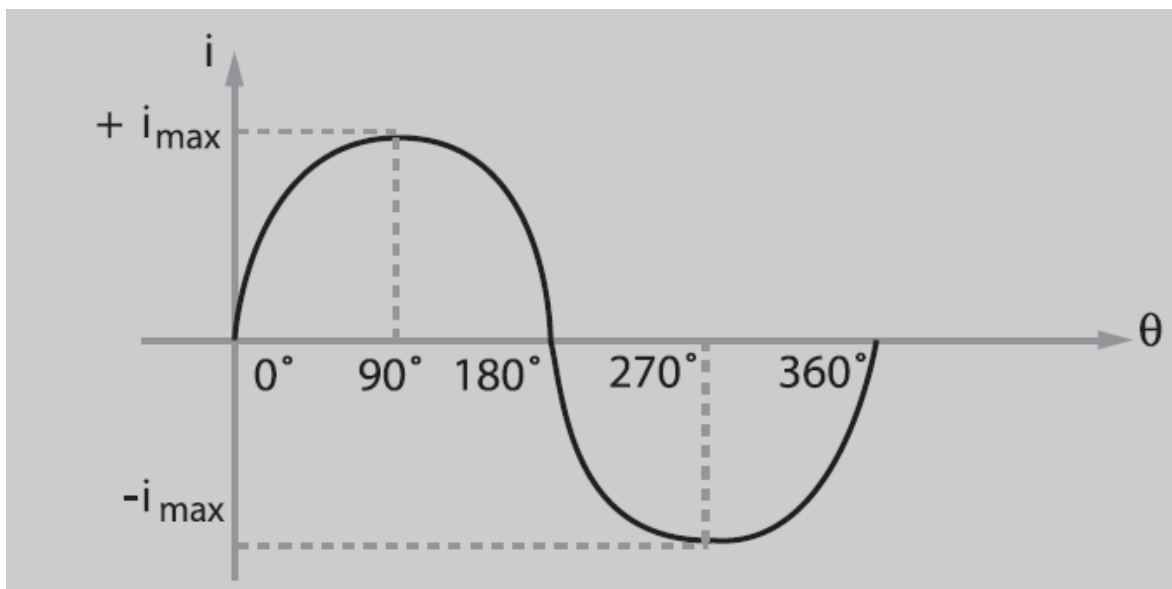
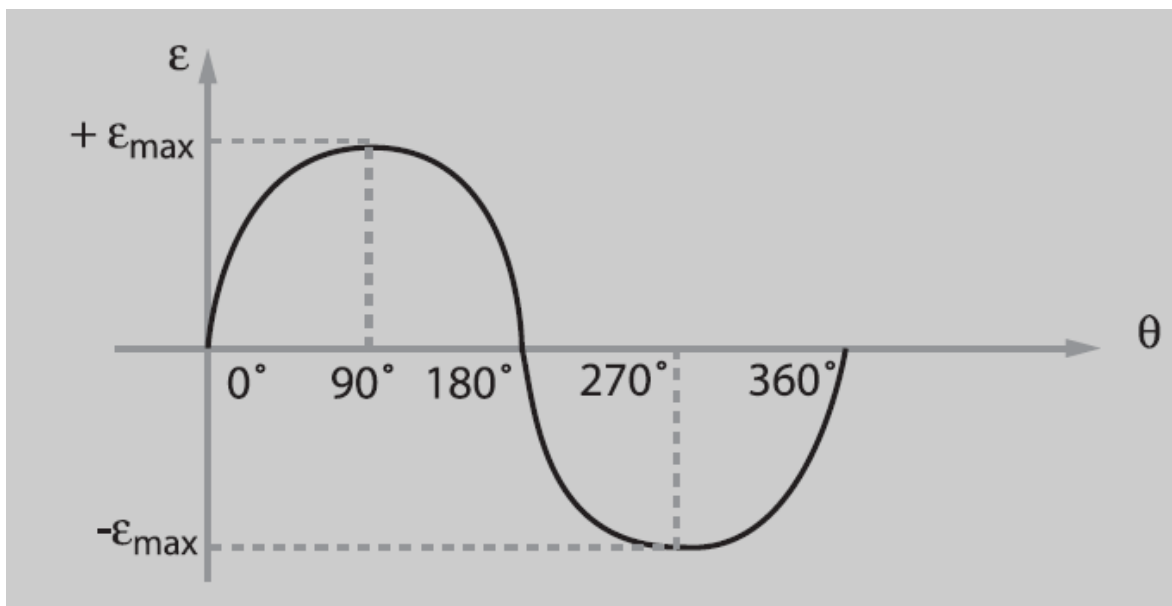
Ángulo de  $270^\circ$ . El caso es similar a la figura 2, pero el sentido de “i” ha cambiado.



Si tabulamos:

$\theta$	$0^\circ$	$90^\circ$	$180^\circ$	$270^\circ$	$360^\circ$
$\varepsilon$	0	$\varepsilon_{\max}$	0	$-\varepsilon_{\max}$	0
$i$	0	$i_{\max}$	0	$-i_{\max}$	0

Graficando:

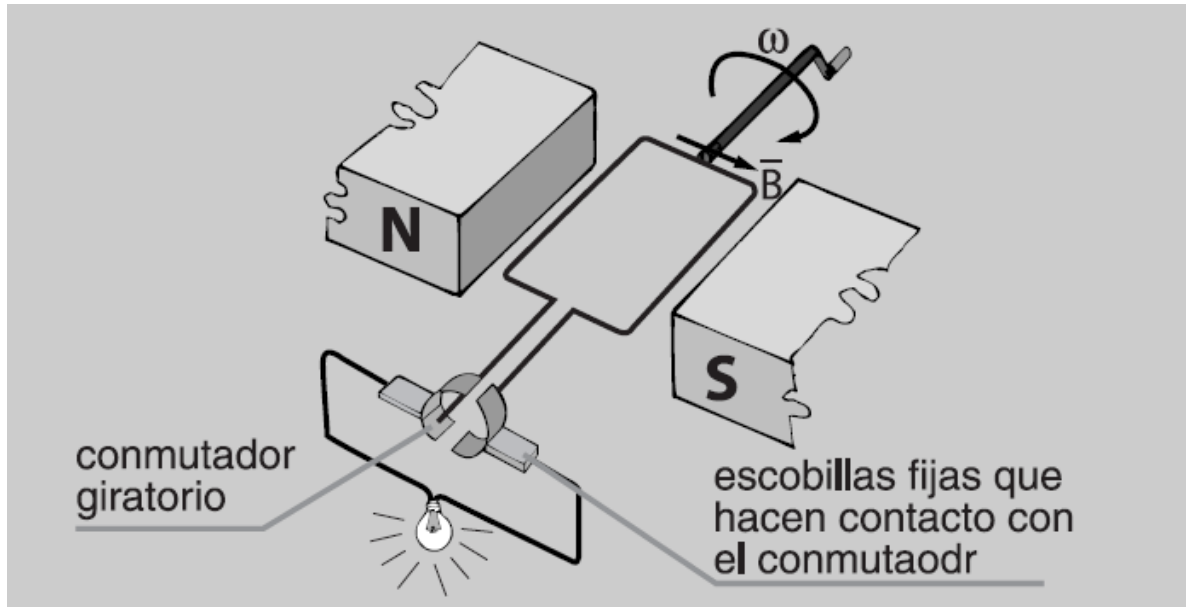




Como es de suponer, los ciclos se suceden uno tras otro, y como quiera que la corriente inducida se alterna de sentido, la corriente generada toma el nombre de corriente alterna; a este tipo de generador, muchos le llaman alternador.

**B) GENERADOR DE CORRIENTE CONTINUA**

Este tipo de generador es un motor de corriente continua operado a la inversa. Sin embargo también es posible afirmar que el generador de corriente continua es similar al de la corriente alterna para lo cual tan sólo hay que rectificar o conmutar la corriente, para ello se utiliza dos conmutadores, (formado por sus dos semianillos) de modo que en la espira se produce un cambio de sentido de la corriente inducida, los extremos de la espira pasan de un semianillo al otro. Así se consigue obtener una salida de voltaje constante y la corriente de salida siempre en el mismo sentido.

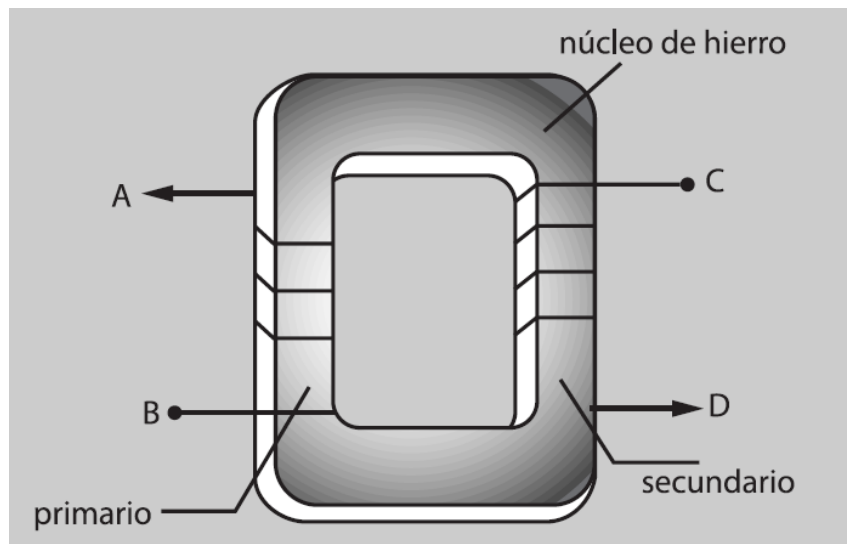


**Transformador.**

Es un aparato que permite elevar o disminuir el voltaje de una corriente alterna. Consiste en una armadura o núcleo de hierro, que lleva un conjunto de espiras: la bobina primaria  $n_1$  y la bobina secundaria  $n_2$  vueltas. Al aplicar una f.e.m. ( $\epsilon_1$ ) a la bobina primaria, una corriente alterna circulará por las espiras del primario y se establecerá un campo magnético variable en el interior del núcleo de hierro, esto se transmitirá, a la bobina secundaria, ahora como dicho campo magnético es variable se inducirá en la bobina secundaria una corriente (también alterna) y se producirá una f.e.m. ( $\epsilon_2$ ); se cumplirá entonces:

$$\frac{\epsilon_1}{\epsilon_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

$n_1$  : número de espiras en el primario  
 $n_2$  : número de espiras en el secundario









## ■ Cierre



### Actividad: 3

**En forma individual, realiza la siguiente actividad:**

1. Elabora una línea de tiempo sobre la evolución del conocimiento del electromagnetismo.







**Actividad: 3 (continuación)**









- Escribe un párrafo de 60 – 100 palabras, destacando la importancia del electromagnetismo en el mundo actual y en la vida cotidiana.



Evaluación					
Actividad: 3	Producto: Ejercicio escrito.			Puntaje:	
Saberes					
Conceptual	Procedimental			Actitudinal	
Comprende el funcionamiento de los generadores y transformadores de energía eléctrica.	Redacta un escrito acerca de la importancia que tiene el electromagnetismo en nuestra sociedad.			Realiza la actividad con dedicación y esmero.	
Autoevaluación	C	MC	NC	Calificación otorgada por el docente	



## Bibliografía

-  Serway, Raymond A. Física para bachillerato general. VOLUMEN II. Ed. Cengage , México (2006).
-  Tipler P. A. Física. Ed. Reverté, Barcelona (1994).
-  Alvarenga, B. Física General. Ed. Harla, México (1993).
-  Pérez Montiel, H. Física General. Ed. Publicaciones Cultural, México (2000).
-  Tipler, Paul E. Física General, conceptos y aplicaciones. Ed. McGraw-Hill, México (2000).
-  Mendoza Dueñas, J. Física. Lima, Perú (2002). <http://www.rocaweb.com.pe/cursosofisica.html>.