

# COORDINACIÓN EDUCATIVA Y CULTURAL CENTROAMERICANA

Colección Pedagógica Formación Inicial de Docentes  
Centroamericanos de Educación Primaria o Básica

## Conceptos Básicos para el Aprendizaje de la Ciencia a Través de Experiencias

José Emilio Moreno R.  
María Lourdes Lezcano T.  
Carmen E. Zorita M.  
Marcela Crespo de Araúz  
María Seneira Ledezma G.  
Rossana Carreiro H.



VOLUMEN 30

# COORDINACIÓN EDUCATIVA Y CULTURAL CENTROAMERICANA

Colección Pedagógica Formación Inicial de Docentes  
Centroamericanos de Educación Primaria o Básica

## Conceptos Básicos para el Aprendizaje de la Ciencia a Través de Experiencias



**José Emilio Moreno R.  
María Lourdes Lezcano T.  
Carmen E. Zorita M.  
Marcela Crespo de Araúz  
María Seneira Ledezma G.  
Rossana Carreiro H.**

**VOLUMEN 30**

507.2

C744cc

Conceptos básicos para el aprendizaje de la ciencia a través de experiencias /José Emilio Moreno... [et al.]. - 1ª. ed. - San José, C.R. : Coordinación Educativa y Cultural Centroamericana, CECC/SICA, 2009.

162 p. : il. ; 28 x 21 cm. - (Colección Pedagógica Formación Inicial de Docentes Centroamericanos de Educación Básica; n. 30)

ISBN 978-9968-818-77-3

1. Ciencia - Estudio y enseñanza. I. Título.

## CRÉDITOS

La elaboración y publicación de esta colección fueron realizadas con la contribución económica del Gobierno Real de los Países Bajos, en el marco del **Proyecto Consolidación de las Acciones del Mejoramiento de la Formación Inicial de Docentes de la Educación Primaria o Básica, CECC/SICA.**

**María Eugenia Paniagua Padilla**  
Secretaria General de la CECC/SICA

---

**Juan Manuel Esquivel Alfaro**  
Director del Proyecto

---

**José Emilio Moreno R.**  
**María Lourdes Lezcano T.**  
**Carmen E. Zorita M.**  
**Marcela Crespo de Araúz**  
**María Seneira Ledezma G.**  
**Rossana Carreiro Hernández**  
Autor y Autoras del Texto

**Guillermo Calderón Vega**  
Revisión y Asesoría del Contenido

---

**Marcela Díaz Cabal**  
Revisión Filológica

---

**Gerardo Noruega**  
Diagramación e Ilustración del Texto

---

**Arnobio Maya Betancourt**  
Coordinador y Asesor de la 1ª  
Edición Final y de la Reimpresión

---

**Impresión Litográfica**  
Editorama, S.A.

Para la impresión de esta 2ª. edición, (1ª. aún para el registro del ISBN) se ha respetado el contenido original, la estructura lingüística y el estilo utilizado por el autor y las autoras, de acuerdo con un contrato firmado para su producción por éstos y la Coordinación Educativa y Cultural Centroamericana, CECC/SICA.

**DE CONFORMIDAD CON LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR Y DERECHOS CONEXOS ES PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN, TRANSMISIÓN, GRABACIÓN, FILMACIÓN TOTAL Y PARCIAL DEL CONTENIDO DE ESTA PUBLICACIÓN, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE CUALQUIER SISTEMA DE REPRODUCCIÓN, INCLUYENDO EL FOTOCOPIADO. LA VIOLACIÓN A ESTA LEY POR PARTE DE CUALQUIER PERSONA FÍSICA O JURÍDICA, SERÁ SANCIONADA PENALMENTE.**

## ***PRESENTACIÓN***

A finales del año 2002 y comienzos del 2003, así rezan los respectivos colofones, **la Coordinación Educativa y Cultural Centroamericana, (CECC/SICA)**, publicó y entregó treinta y seis interesantes obras que estructuraron la **Colección Pedagógica Formación Inicial de Docentes Centroamericanos de Educación Primaria o Básica.**

Dichas publicaciones se originaron en el marco del **Proyecto Apoyo al Mejoramiento de la Formación Inicial de Docentes de la Educación Primaria o Básica**, el que se generó y se puso en ejecución, merced al apoyo que ha brindado la Cooperación Internacional del Gobierno Real de los Países Bajos.

Para desarrollar dichas obras, la CECC/SICA realizó una investigación diagnóstica en los países que forman parte orgánica de la institución, la cual permitió identificar, con mucha claridad, no sólo las temáticas que serían abordadas por los autores y autoras de las obras de la Colección, sino también las estrategias que debían seguirse en el proceso de diseño y producción de la misma, hasta colocar los ejemplares asignados en cada uno de los países, mediante sus respectivos Ministerios o Secretarías de Educación.

Los mismos materiales trataron de responder a los perfiles investigados de los formadores y de los maestros y de las maestras, así como a los respectivos planes de estudio.

Como podrá visualizarse en la información producida en función del Proyecto, cuyo inicio se dio en Diciembre de 1999, los programas que se han implementado en el marco del mismo son los siguientes:

- 1°. Desarrollo del perfil marco centroamericano del docente de Educación Primaria o Básica para mejorar el currículo de formación inicial de docentes.
- 2°. Mejoramiento de la formación de formadores de docentes para la Educación Primaria o Básica.
- 3°. Producción de recursos educativos para el mejoramiento del desarrollo del currículo de formación inicial de docentes de la Educación Primaria o Básica.
- 4°. Innovaciones pedagógicas.
- 5°. Investigación Educativa.

La Colección publicada y distribuida, a la que aludimos, pretende ofrecer a los países obras didácticas actualizadas e innovadoras en los diferentes temas curriculares de la Educación Primaria o Básica, que contribuyan a dotar de herramientas estratégicas, pedagógicas y didácticas a los docentes Centroamericanos para un eficaz ejercicio de su práctica educativa.

Después de publicada y entregada la Colección a los países destinatarios, la CECC/SICA ha hecho el respectivo seguimiento, el cual muestra el acierto que, en alta proporción, ha tenido la organización, al asumir el diseño, la elaboración, la publicación y su distribución.

Basada en estos criterios, es como la CECC/SICA y siempre con el apoyo de la Cooperación Internacional del Gobierno Real de los Países Bajos, ha decidido publicar una segunda edición de la colección (36

volúmenes) y a la cual se le suma un nuevo paquete de 14 volúmenes adicionales, cuya presentación de la 1ª edición se hace en éstos, quedando así constituida por 50 volúmenes.

Nuevamente presentamos nuestro agradecimiento especial al Gobierno Real de los Países Bajos por la oportunidad que nos brinda de contribuir, con esta segunda edición de la Colección, a la calidad de la Educación Primaria o Básica de la Región Centroamericana y República Dominicana.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M. Eugenia Paniagua', written over a horizontal line.

*MARIA EUGENIA PANIAGUA*  
*Secretaria General de la CECC/SICA*

## *PRESENTACIÓN DE LA PRIMERA EDICIÓN*

En los últimos años, la Coordinación Educativa y Cultural Centroamericana (CECC) ha venido ejecutando importantes proyectos que, por su impacto y materia, han complementado los esfuerzos ministeriales por mejorar y modernizar la Educación. Los proyectos de más reciente aprobación, por parte del Consejo de Ministros, están direccionados a enfrentar graves problemas o grandes déficits de los sistemas educativos de nuestra región. Este es el caso de Proyecto “**Apoyo al Mejoramiento de la Formación Inicial de Docentes de la Educación Primaria o Básica**”, cuyo desarrollo ha conducido a una exhaustiva revisión de los diversos aspectos relacionados con la formación de los maestros. Sus resultados son evidentes en cada país y con ello la CECC cumple su finalidad de servir cada vez mejor a los países miembros.

En este caso, ha de recordarse que este valioso proyecto es el producto de los estudios diagnósticos sobre la formación inicial de docentes ejecutados en cada una de las seis repúblicas centroamericanas en el año 1966, los cuales fueron financiados con fondos donados por el Gobierno de los Países Bajos. Entre las conclusiones y recomendaciones formuladas en el Seminario Centroamericano, una de las actividades finales del estudio indicado, el cual fue realizado en Tegucigalpa, Honduras, en septiembre de ese mismo año, los participantes coincidieron plenamente en poner especial atención a la formación de los formadores y en promover la “tercerización” de la formación de los maestros donde no existiere. También, hubo mayoría de opiniones sobre la necesidad de establecer perfiles del formador y de los maestros y respecto a la actualización de los respectivos planes de estudio. Por consiguiente, es apropiado afirmar que el contenido de este proyecto, orientado a mejorar la formación inicial de docentes, se sustenta en los seis diagnósticos nacionales y en el informe regional que recoge los principales resultados del Seminario Regional y la información más útil de los informes nacionales.

Como consecuencia del trabajo previo, explicado anteriormente, y de las conversaciones sostenidas con los funcionarios de la Embajada Real sobre los alcances y el presupuesto posible para este proyecto, finalmente se aprobó y dio inicio al mismo en diciembre de 1999 con los siguientes programas:

1. **Desarrollo del perfil marco centroamericano del docente de Educación Primaria o Básica para mejorar el currículo de formación inicial de docentes.** Con base en este perfil se construyeron los perfiles nacionales, los que sustentaron acciones de adecuación de los currículos de formación inicial de docentes en cada país.
2. **Mejoramiento de la formación de formadores de docentes para la Educación Primaria o Básica.** Con el propósito de definir perfiles académicos de los formadores de docentes que den lugar a planes de estudio de grado y de postgrado.
3. **Producción de recursos educativos para el mejoramiento del desarrollo del currículo de formación inicial de docentes de la Educación Primaria o Básica.** Dirigido a editar obras bibliográficas y a producir materiales interactivos que se empleen en las aulas de formación de maestros.
4. **Innovaciones pedagógicas.** Consistente en poner en práctica y evaluar innovaciones pedagógicas en el campo de la formación inicial y en servicio de docentes.
5. **Investigación Educativa.** Desarrollo de investigaciones sobre temas dentro de la formación inicial de los docentes del Nivel Primario.

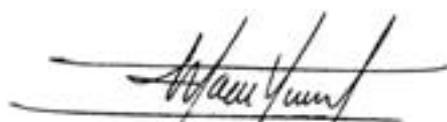
Es oportuno destacar cómo la cooperación financiera y técnica del Gobierno de los Países Bajos, a través de su Embajada Real en San José, Costa Rica, ha sido no solo útil a los Ministerios de Educación del Área, por centrarse en uno de los factores determinantes de la calidad de la Educación, sino también porque ha permitido, en dos momentos, completar una propuesta de trabajo que ha impactado y que ha abierto nuevas vertientes de análisis y reflexión de la formación inicial de docentes para la Educación Primaria.

Con esta Presentación se quiere exaltar la importancia y trascendencia del Programa 3, en el que se marca la elaboración de las obras bibliográficas, orientadas a solventar, en alguna medida, la falta de disponibilidad de textos referenciales de actualidad en el campo educativo, que contribuyan a elevar la calidad de la formación profesional de los maestros y la de sus formadores, donde ello sea una necesidad. Además, de que la colección se pone en manos de quienes forman educadores para la Educación Primaria y de los estudiantes de pedagogía. Todo esto es producto del conocimiento y la experiencia de profesionales centroamericanos que han consagrado su vida a la educación y al cultivo de los diversos saberes. Llegar a la definición de las obras y sus títulos fue un largo y cuidadoso proceso en el que intervinieron diversos profesionales de la región, de acuerdo con el concurso establecido y publicado para tales efectos.

Es importante apuntar que las obras que integran esta colección de valor incalculable, cubren los principales temas curriculares y técnico-pedagógicos que deben acompañar a un adecuado proceso de formación inicial de docentes. Por ello, van desde los temas fundamentales de Educación, el Currículo, Ejes Transversales, la Didáctica, la Evaluación, la Supervisión y Administración Educativa, hasta temas metodológicos y estratégicos específicos relacionados con el conocimiento teórico y con la enseñanza de la Ciencias Sociales, la Matemática, las Artes, el Lenguaje, las Ciencias Sociales y la Investigación Educativa. En su elaboración se siguió un proceso de amplia participación, dentro del cual se recurrió a jueces que analizaron las obras y emitieron sus comentarios y recomendaciones enriquecedores en algunos casos y correctivos en otras. En este proceso, los Ministerios de Educación de la región tuvieron un papel fundamental al promover dicha participación.

Esta Secretaría General considera que la rica colección, por la diversidad temática, visión y actualidad, es un aporte sustantivo, muy visible, manejable y de larga duración, que el Gobierno de los Países Bajos, a través de la CECC, le entrega gratuitamente a las instituciones formadoras de educadores y a las dependencias de los Ministerios de Educación, encargadas de este campo. Del buen uso que hagan formadores y formados del contenido de esta colección de obras, va a depender, en definitiva, que el esfuerzo de muchos profesionales, realizado en el marco de la CECC, genere los resultados, el impacto y las motivaciones humanas y profesionales de quienes tendrán en las aulas centroamericanas el mayor tesoro, la más grande riqueza, de nuestras naciones: las niñas y los niños que cursan y cursarán la Educación Primaria. El aporte es objetivo. Su buen uso dependerá de quienes tendrán acceso a la colección. Los resultados finales se verán en el tiempo.

Finalmente, al expresar su complacencia por la entrega a las autoridades de Educación y al Magisterio Centroamericano de obras tan valiosas y estimulantes, la Secretaría General resalta la importancia de las alianzas estratégicas que ha logrado establecer la CECC, con países y agencias cooperantes con el único espíritu de servir a los países del Área y de ayudar a impulsar el mejoramiento de la educación en los países centroamericanos. En esta ocasión, la feliz alianza se materializó gracias a la reconocida y solidaria vocación de cooperación internacional del Gobierno de los Países Bajos y, particularmente, a los funcionarios de la Embajada Real, quienes con su apertura, sensibilidad y claridad de sus funciones hicieron posible que la CECC pudiese concluir con tanto éxito un proyecto que nos deja grandes y concretas respuestas a problemas nuestros en la formación de maestros, muchas enseñanzas y deseos de continuar trabajando en una de las materias determinantes para el mejoramiento de la calidad de la Educación.



---

MARVIN HERRERA ARAYA  
*Secretario General de la CECC*

# Dedicatoria

A nuestros ciento noventa y cinco maestros en formación  
de la Promoción 2001 de la Normal Superior  
Juan Demóstenes Arosemena

Lo que estudio lo conozco,  
lo que hago lo sé.

Lao Tsé

# Contenido

PRESENTACIÓN .....	III
DEDICATORIA .....	VII
GUÍA PARA EL ESTUDIANTE .....	XV
PREFACIO .....	1
Capítulo 1    DESARROLLANDO HABILIDADES CON MEDICIONES	
1.1    La regla y el concepto de longitud .....	5
Haciendo reglas de diferente calibración.....	5
Midiendo con una regla graduada en decímetros .....	6
Midiendo con una regla graduada en centímetros.....	8
Midiendo con una regla graduada en milímetros.....	9
Reafirma tus conocimientos.....	10
Aplica tus conocimientos .....	10
Avances del tema: <a href="#">Sistema Internacional de Unidades</a> .....	11
1.2    ¿Cambia la masa de los cuerpos al variar su forma o al cambiar de estado físico? .....	13
¿Cambia la masa de un cuerpo al variar su forma?.....	13
¿Cambia la masa del “kool-aid” al disolverse? .....	14
¿Cambia la masa de un “alka-seltzer” al disolverse? .....	14
¿Cambia la masa de un cuerpo al pasar de estado sólido a líquido?.....	15
Aplica tus conocimientos.....	17
Avances del tema: <a href="#">El estado Plasma</a> .....	18
1.3    La probeta y el concepto de volumen .....	19
Midiendo con la probeta .....	19
Medida indirecta del volumen .....	21
¿Cómo es la equivalencia entre las unidades de volumen? .....	22
Retos a resolver utilizando la probeta.....	23
¿Es diferente el volumen de dos sólidos de iguales dimensiones, pero de distinto material? .....	23
Reafirma tus conocimientos.....	25
Aplica tus conocimientos.....	26
Avances del tema: <a href="#">Volumen</a> .....	26

# Contenido

1.4	Formas y Volúmenes .....	27
	La esfera y su volumen .....	27
	Relación entre el volumen y el radio de una esfera .....	28
	El cilindro y su volumen.....	30
	Relación entre el volumen de un cilindro y su radio .....	31
	Reafirma tus conocimientos.....	32
	Aplica tus conocimientos.....	32
	Avances del tema: <a href="#">La Tierra y sus dimensiones</a> .....	33
1.5	Enfrentando retos.....	34
	Cómo medir en una dimensión.....	34
	Cómo medir en tres dimensiones.....	35
	Enfrentándonos a otro reto .....	35
	¿Cómo está tu ingenio?.....	35
	El reto final.....	36
	Reafirma tus conocimientos.....	37
	Aplica tus conocimientos.....	37
	Avances del tema: <a href="#">Relación entre variables</a> .....	38

## Capítulo 2 CONOCIENDO EL MUNDO QUE NOS RODEA

2.1	¿Es materia todo lo que nos rodea? .....	41
	¿Son los gases materia? .....	42
	¿Es materia la llama? .....	43
	Reafirma tus conocimientos.....	44
	Aplica tus conocimientos.....	44
	Avances del tema: <a href="#">Curiosidades sobre el iodo</a> .....	44
2.2	¿De qué están hechos los materiales? .....	46
	Elementos y compuestos .....	46
	Construyendo moléculas .....	48
	Reafirma tus conocimientos.....	49
	Aplica tus conocimientos.....	50
	Avances del tema: <a href="#">La radiactividad y la estimación de las edades</a> .....	52
2.3	Clasificando la materia: homogénea y heterogénea.....	54
	Diferenciando una mezcla homogénea de una mezcla heterogénea .....	55

# Contenido

	Diferenciando entre un materia homogénea y una mezcla homogénea .....	56
	Reafirma tus conocimientos.....	57
	Aplica tus conocimientos.....	58
	Avances del tema: <b>Mezclas explosivas</b> .....	59
2.4	¿Qué hace a un material diferente de otro?.....	61
	Identificando los materiales.....	61
	Clasificando los materiales .....	62
	Reafirma tus conocimientos.....	63
	Aplica tus conocimientos.....	63
	Avances del tema: <b>Imponiendo nuevas marcas mundiales</b> .....	65
2.5	¿Porqué flotan algunos materiales?.....	66
	Relación masa/volumen .....	66
	Comparando la relación masa/volumen para diferentes líquidos .....	68
	¿Qué sucede con el limón?.....	69
	Comparando la relación masa volumen para un mismo material .....	70
	Reafirma tus conocimientos.....	71
	Aplica tus conocimientos.....	72
	Avances del tema: <b>Densidad relativa</b> .....	73
2.6	¿Qué identifica los estados de agregación de la materia?.....	74
	¿Tienen forma definida todos los estados de la materia? .....	75
	¿Tienen volumen definido todos los estados de la materia? .....	75
	¿Tienen volumen definido y pueden ser comprimidos los gases? .....	76
	Reafirma tus conocimientos.....	77
	Aplica tus conocimientos.....	78
	Avances del tema: <b>Humedad relativa</b> .....	79
2.7	Transformaciones físicas de la materia .....	81
	Vaporización de algunas sustancias.....	82
	¿Por qué se humedecen algunos materiales que están a bajas temperaturas? .....	83
	Reafirma tus conocimientos.....	84

# Contenido

	Aplica tus conocimientos.....	85
	Avances del tema: <a href="#">Las precipitaciones atmosféricas</a> y el ciclo del agua .....	86
2.8	¿Cómo se alteran las propiedades cuando se calienta o enfría un material? .....	89
	¿Qué le sucede a la parafina cuando se quema una vela?.....	90
	¿Qué le sucede a la azúcar cuando se calienta? .....	91
	¿Qué le sucede al agua cuando le introduces unos electrodos?92	
	¿Qué sucede cuando se mezcla bicarbonato de sodio y agua? 92	
	Reafirma tus conocimientos.....	93
	Aplica tus conocimientos.....	94
	Avances del tema: <a href="#">La química de los extintores</a> .....	96
<b>Capítulo 3    NUESTRO ARCHIVO COMÚN: POR QUÉ SOMOS ASÍ?</b>		
3.1	Los seres vivos están formados por células.....	101
	Conoce las células de la epidermis de la cebolla.....	101
	Conoce algunas de tus células.....	103
	Transmitiendo información .....	104
	Reafirma tus conocimientos.....	108
	Aplica tus conocimientos.....	109
	Avances del tema: <a href="#">Herramienta biológica</a> .....	109
3.2	El ADN: la molécula de la herencia.....	111
	Simulando un segmento de ADN.....	111
	Identificando los componentes de la molécula de la herencia112	
	Reafirma tus conocimientos.....	113
	Aplica tus conocimientos.....	114
	Avances del tema: <a href="#">El modelo de Watsony Crick</a> .....	115
3.3	El ADN: la molécula de la herencia.....	117
	Un lenguaje en código .....	117
	Revisando códigos .....	19
	Un código de moléculas .....	119
	Revelando el secreto.....	120

# Contenido

	Reafirma tus conocimientos.....	122
	Aplica tus conocimientos.....	123
	Avances del tema: <b>Determinación de especies</b> .....	124
3.4	¿Características humanas: ¿soy el producto de mis genes? 125	
	Revisa tus características .....	125
	¿Por qué te ves así?.....	127
	Variaciones del fenotipo .....	128
	Otra fuente de variación .....	129
	Reafirma tus conocimientos.....	130
	Aplica tus conocimientos.....	130
	Avances del tema: <b>Huella genética</b> .....	133
3.5	Manipulación del gen 135 Biotecnología.....	135
	Modelo de manipulación del ADN .....	136
	Reafirma tus conocimientos.....	137
	Aplica tus conocimientos.....	138
	Avances del tema: <b>La genética es crucial en la medicina</b> .....	139
	Referencias .....	141

# Guía para el estudiante

Este libro se ha diseñado pensando en ti. Las páginas siguientes te llevarán por un recorrido en las diferentes secciones del texto.

## Sabías que...?

Es una sección motivadora en donde se hace una breve presentación del tema por medio de aspectos relacionados con tu entorno físico, dentro de diversos contextos y situaciones de la vida con el propósito de que encuentres un sentido y una aplicación al concepto que se te presenta.



¿Sabías que...?

*Es el verdadero arte del maestro despertar la alegría por el trabajo y el conocimiento.*

*Albert Einstein.*

En el diario vivir necesitas hacer muchas medidas; por ejemplo, al construir una puerta, al cortar un vestido o al comprar una tela para unas cortinas. Nuestros antepasados también sintieron la necesidad de medir y se las ingeniaron para utilizar medidas que correspondían, en algunas ocasiones, a partes de su cuerpo como es el caso de la braza, el gema, la cuarta, etc., que entraron en desuso porque dependían del tamaño de la persona.

## Pregunta central:

Es la guía que te conduce hacia el concepto por estudiar y te permite explorar tus ideas previas sobre el tema.



Pregunta Central:

En tu alrededor existe una gran variedad de cosas  
**¿es materia todo lo que nos rodea?**

# Guía para el estudiante

## ¿Qué sabes del tema?

Busca despertar tu curiosidad y determinar tus ideas previas sobre una situación o fenómeno planteado, mediante una o varias preguntas centradas en el objetivo de la experiencia o de la actividad exploratoria.

¿Qué sabes del tema?



### EXPERIENCIA 1

Conoce las células de la epidermis de la cebolla

Piensa y anota.

- ¿Cómo se ve en el microscopio una célula vegetal?
- ¿Qué piensas que hay dentro del núcleo de una célula de cebolla?

## EXPERIENCIA

Aquí se presenta el concepto por estudiar, mediante el desarrollo de actividades y preguntas que te harán reflexionar y construir tu propio conocimiento.

¿Qué sabes del tema?



### EXPERIENCIA 1

Haciendo reglas de diferente calibración

Piensa y anota.

- Sin usar regla, ¿en cuánto estimas que mide el ancho y el largo de este libro?

# Guía para el estudiante

## Análisis de la experiencia:

En ella se discuten y analizan los resultados de la experiencia puedes aquí confrontar tus resultados y evaluar tu avance.

Análisis  
de la  
experiencia:



Una condición necesaria para que un cambio químico se dé, (reacción química) es que debe haber un intercambio definido de energía con el medio ambiente. La energía que entra en juego en una reacción química (combustión del fósforo) es casi siempre energía calórica, aunque en muchos casos va acompañada de energía eléctrica o energía lumínica.

## Reafirma tus conocimientos.

Es una sección donde se amplía y profundiza el concepto estudiado con el fin de que se te aclaren algunas interrogantes que puedan haber surgido en el desarrollo de las experiencias y, además, te permite reforzar tus conocimientos.



Reafirma  
tus  
conocimientos.

El núcleo es un organelo que contiene la, información genética en forma de cromatina, complejos de ácido desoxirribonucleico (ADN) con forma de una cinta altamente doblada y una clase de proteínas llamadas histonas. Cuando la célula se divide, las fibras de cromatina están muy dobladas y son visibles en el microscopio óptico como cromosomas.

# Guía para el estudiante

## Aplicación

Los problemas de esta sección presentan situaciones o retos para que los resuelvas y vayas evaluando el grado de avance en tu aprendizaje. Los ejercicios ayudan a entender más a fondo las interrogantes y sirven como repaso general de los conceptos importantes.



Aplica tus conocimientos.

Con base en lo que has aprendido, contesta las siguientes preguntas:

1. Mide el largo de una hoja de papel con la regla graduada en decímetros e identifica cuál o cuáles son las cifras seguras y cuál la cifra estimada o dudosa. Haz lo mismo utilizando posteriormente la regla graduada en centímetros y por último, la regla graduada en milímetros.

## Avances del tema:

La sección tiene como propósito destacar el impacto de las ciencias en diversos sucesos mundiales, descubrimientos científicos, avances médicos y resultados de investigaciones.



Avances del tema.

### CURIOSIDADES SOBRE EL IODO

El iodo fue descubierto en 1811 por el químico francés Bernard Courtois al tratar algas marinas. En 1814, Gay-Lussac lo reconoció como elemento.

Esperamos, amable lector, que esta obra te sea de gran utilidad para el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias naturales.

# Prefacio

Este libro fue concebido a partir de la experiencia obtenida como investigadores, al trabajar con un grupo de estudiantes de una escuela normal. Como producto de esta experiencia decidimos hacer un esfuerzo por preparar una obra que pudiera servir de apoyo en la formación de los futuros maestros.

Las innovaciones que presentamos en esta obra radican fundamentalmente en la forma de presentar los conceptos, mediante experiencias en las cuales el estudiante participa activamente en la construcción de su conocimiento. Esta obra será de gran utilidad tanto al maestro en formación como al docente en ejercicio.

El contenido del libro está presentado en un lenguaje claro, sencillo y estructurado con un enfoque didáctico accesible, que busca despertar la curiosidad y la creatividad de los estudiantes.

La obra recoge tres tópicos fundamentales: Desarrollando habilidades con mediciones; Conociendo el mundo que nos rodea y Nuestro archivo común: ¿Por qué somos así? que forman parte de una cultura científica y que el maestro en formación debe dominar, ya que son temas que ha de abordar con sus futuros estudiantes. Estos tópicos se seleccionaron de acuerdo con los resultados de nuestras investigaciones que evidencian la necesidad de fortalecerlos.

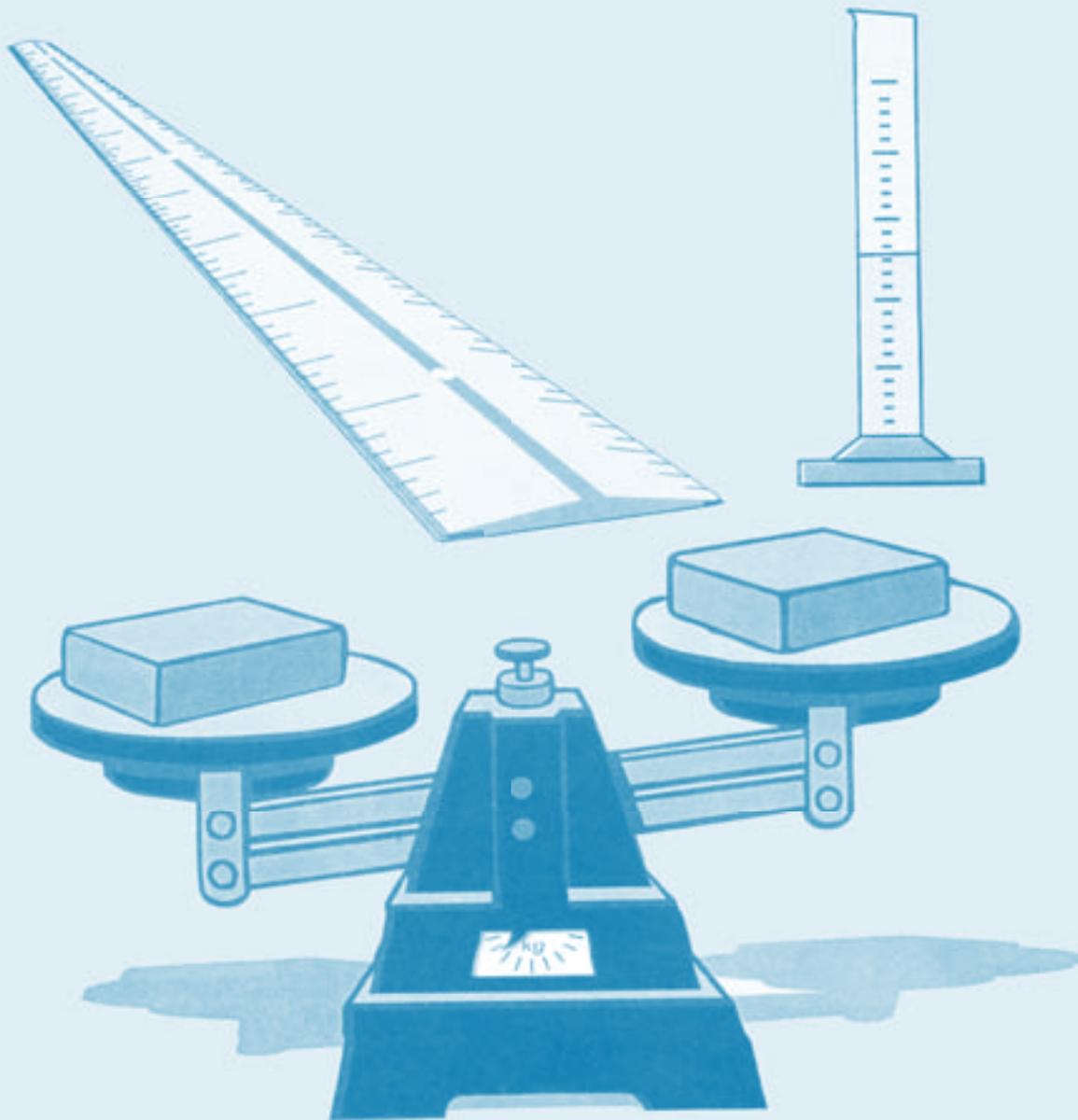
En cada uno de los capítulos se presentan diversas situaciones o fenómenos, para un mismo concepto, de manera que el concepto adquiriera significado para el estudiante. A través de la lectura del libro, el desarrollo de las actividades propuestas y las preguntas, los estudiantes tendrán que hacer representaciones, interpretaciones y conexiones de lo que están aprendiendo.

La estructura de presentación permite al estudiante comparar sus ideas previas con los resultados obtenidos al realizar las actividades. Esto facilita tanto al docente como a los estudiantes, evaluar el logro de los objetivos propuestos.

Finalmente queremos señalar que esta obra va dedicada a todos esos maestros en formación que fueron nuestra fuente de inspiración y quienes cual semilla, brotarán y llevarán la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias a sus educandos de una manera diferente.

# CAPÍTULO 1

Desarrollando habilidades con mediciones



En la investigación científica, la imaginación es más importante que el conocimiento.

Albert Einstein.

## 1.1



¿Sabías que...?



Pregunta Central:



¿Qué sabes del tema?



Materiales:

regla o metro, cartón o cartulina o una hoja de papel.

## LA REGLA Y EL CONCEPTO DE LONGITUD

Es el verdadero arte del maestro despertar la alegría por el trabajo y el conocimiento.

Albert Einstein.

En el diario vivir necesitas hacer muchas medidas; por ejemplo, al construir una puerta, al cortar un vestido o al comprar una tela para unas cortinas. Nuestros antepasados también sintieron la necesidad de medir y se las ingenieron para utilizar medidas que correspondían, en algunas ocasiones, a partes de su cuerpo como es el caso de la braza, el gеме, la cuarta, etc., que entraron en desuso porque dependían del tamaño de la persona.

En las ciencias y en el comercio, al igual que en otras disciplinas, también se realizan múltiples mediciones. El gran uso que se hace de las mismas en todas partes del mundo, ha dado origen a que se establezcan patrones de medidas internacionales y se haya creado el Sistema Internacional de Unidades.

Se han establecido criterios para expresar mediciones y en esta lección aprenderemos algunos de dichos criterios.

Si mides un objeto con una regla cuyas divisiones son grandes y luego con otra regla cuyas divisiones son más pequeñas, ¿cambiará la cantidad de cifras con que expresas la medición? Explica. ¿Cambia la longitud del objeto? Explica.

### EXPERIENCIA 1

#### Haciendo reglas de diferente calibración

Piensa y anota.

- Sin usar regla, ¿en cuánto estimas que mide el ancho y el largo de este libro?
- Hagamos una regla graduada en decímetros.  
● ¿Cuántos centímetros hacen un decímetro?

Hazlo, observa y anota.

- \* Haz una regla de 3 decímetros de longitud, cuyas divisiones más pequeñas sean los decímetros. Puedes hacerla con cartón, cartulina, madera o simplemente con una hoja de papel. Anota cómo la vas a confeccionar.
- ¿Cuántas divisiones debe tener la regla que se te mandó a construir? Explica.



¿Qué sabes del tema?



Análisis de la experiencia:



¿Qué sabes del tema?

Hagamos una regla graduada en centímetros.

Piensa y anota.

- ¿Cómo harías una regla de 30 centímetros de longitud, cuya menor división sean los centímetros? Explica.
- ¿Cuántos centímetros tiene un metro?

Hazlo, observa y anota.

- \* Toma un metro y observa cuántos centímetros tiene.
- \* Haz una regla de 30 centímetros de longitud, graduada en centímetros; es decir, una regla cuya menor división sean los centímetros.
- ¿Cuántas divisiones debe tener la regla que se te mandó a construir? Explica.

Regla graduada en decímetros.

Para hacer una regla graduada en decímetros, primero tienes que saber que un decímetro tiene 10 centímetros, así que un metro tiene 10 decímetros. Esto lo puedes ver claramente cuando observas un metro.

En las reglas graduadas o calibradas en decímetros, sólo debe aparecer el 1, el 2, el 3, etc. en las posiciones correspondientes a los **decímetros**, ya que la menor división entre rayita y rayita es el decímetro. **No deben aparecer las rayitas o divisiones correspondientes a los centímetros ni a los milímetros.**

Regla graduada en centímetros.

En las reglas graduadas o calibradas en centímetros, sólo debe aparecer el 1, el 2, el 3, etc. en las posiciones correspondientes a los **centímetros**, ya que la menor división entre rayita y rayita es el centímetro. **No deben aparecer las rayitas o divisiones correspondientes a los milímetros.**

## EXPERIENCIA 2

Midiendo con una regla graduada en decímetros

Piensa y anota.

- Si tuvieras que medir el ancho de una hoja de papel, ¿cuál de las dos reglas que hiciste utilizarías, la graduada en decímetros o la graduada en centímetros? ¿Porqué?
- ¿Qué magnitud física se mide con una regla?
- ¿Cuántos decímetros estimas que mide el largo del cuadro mostrado?

Cuadro para que estimes su largo.

Hazlo, observa y anota.

- \* El dibujo muestra una regla graduada en decímetros, tal como tú debiste hacerla.
- \* Usando sólo dicha regla, mide el largo del cuadro mostrado y expresa tu respuesta en decímetros, utilizando la notación decimal.



#### Cuadro para que midas su largo.

- ¿Cuántas cifras tiene tu respuesta?
- \* Analiza la medida que tomaste del largo del cuadro y di si estás completamente seguro de todas las cifras que colocaste en tu medición o si tienes duda en alguna cifra.  
Si es así, de cuáles cifras estás seguro y de cuáles estás dudoso y da tus explicaciones.
- ¿Hubo alguna cifra de la cual no estás completamente seguro? Si es así, di de cuál. Da razones por las cuales no estás seguro.
- \* Si no estás seguro de alguna cifra, ¿consideras que debes colocar otra cifra más? Explica.

Si investigas, encontrarás que a las cifras seguras más la cifra estimada se les conoce como cifras significativas.

- ¿Cuántas cifras significativas tuvo tu medición del largo del cuadro?



Análisis  
de la  
experiencia:

Con una regla podemos medir longitudes y las mismas se pueden expresar en metros o en cualquiera de sus múltiplos o submúltiplos. También existen unidades inglesas, como la yarda, el pie, la pulgada.

Para medir con una regla debes colocar la marca que te indica el cero de la regla en uno de los extremos del objeto por medir y posteriormente observar en qué posición de la regla quedó el otro extremo del objeto. Escribe la cifra que lees directamente de la regla y una cifra estimada.

Para evitar errores conocidos como el de paralaje, debes mirar de modo que tus ojos queden al nivel de la regla al colocarla tanto en el extremo izquierdo del objeto como en el extremo derecho. Si estas observaciones las haces desde un costado, cometes error de paralaje.



¿Qué sabes del tema?

Cuando usas una regla u otro instrumento de medición, a las cifras que puedes leer directamente en el instrumento se les llama cifras seguras, ya que cualquier persona que haga la medición va a coincidir en esas cifras. A la cantidad que tienes que estimar se le llama cifra estimada, insegura o incierta, porque todas las personas **no van a coincidir** en dicha estimación; es decir, depende de quién haga la medición. Sólo debes estimar una cifra, ya que si no estás seguro de esa primera cifra estimada, menos vas a estarlo de la siguiente.

Cuando usas la regla graduada en decímetros para medir el largo del cuadro que se te presentó en esta experiencia, observa que puedes leer directamente en la regla una cifra y estás seguro de esa lectura; sin embargo, hay otro segmento adicional que no puedes leer directamente sobre la regla y tienes que estimarlo.

Recuerda que a las cifras seguras más la cifra estimada se les conoce como cifras significativas, por lo que en este caso tu medida tiene dos cifras significativas.

### EXPERIENCIA 3

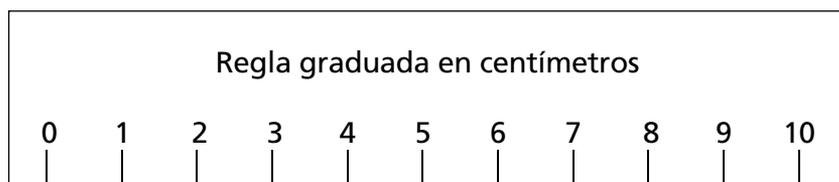
#### Midiendo con una regla graduada en centímetros

Piensa y anota.

- Si midieras el largo del cuadro anterior con la regla graduada en centímetros, ¿cambiará la cantidad de cifras significativas? Explica.
- \* Al hacer la siguiente actividad, podrás aclarar la respuesta a esta pregunta.

Hazlo, observa y anota.

- \* El dibujo muestra una regla graduada en centímetros y también muestra el cuadro que mediste en la experiencia anterior.
- \* Usando ahora sólo la regla graduada en centímetros, mide el ancho del cuadro y expresa tu respuesta en centímetros, utilizando la notación decimal.



Cuadro para que midas su largo.



Análisis  
de la  
experiencia:



¿Qué sabes  
del  
tema?



Materiales:

regla graduada en  
milímetros

- ¿Cuántas cifras tiene tu respuesta?
- \* Analiza la medida que tomaste y di si estás completamente seguro de todas las cifras que colocaste en tu medición del largo del cuadro, o si tienes duda en alguna cifra. Si es así, ¿en cuáles cifras estás seguro y en cuáles estás dudoso? Explica.
- \* Si no estás seguro de alguna cifra, ¿consideras que debes colocar otra cifra más? Explica.
- \* Compara el número de cifras significativas obtenidas con la regla graduada en centímetros con las obtenidas con la regla graduada en decímetros. ¿Qué concluyes?
- ¿Consideras que cambió el ancho del cuadro al usar reglas de diferente graduación o calibración? Explica.

Recuerda que las cifras significativas son las cifras seguras más la estimada. En esta medición que hiciste con la regla graduada en centímetros tienes dos cifras seguras y una estimada, por lo que tendrás ahora 3 cifras significativas; sin embargo, cuando usaste la regla graduada en decímetros sólo tuviste dos cifras significativas, lo que te puede llevar a concluir que a medida que las divisiones de la regla se hacen más pequeñas vas a tener mayor número de cifras seguras, y por consiguiente, mayor número de cifras significativas.

Definitivamente que el largo del cuadro no ha cambiado, lo que ha cambiado es el número de cifras significativas al expresar la medición cuando usas reglas con diferente graduación o calibración.

Contesta nuevamente la pregunta que se te hizo al inicio de esta experiencia.

## EXPERIENCIA 4

Midiendo con una regla graduada en milímetros

Piensa y anota.

- Si usaras ahora una regla graduada en milímetros para medir el ancho del cuadro anterior, ¿cuántas cifras significativas tendrás?

Hazlo, observa y anota.

- \* Usando una regla graduada en milímetros, mide el ancho del cuadro que usaste en las experiencias anteriores y expresa tu respuesta en milímetros utilizando la notación decimal. Recuerda anotar tu respuesta en milímetros.
- ¿Cuántas cifras significativas tiene tu medición ahora?
- ¿Qué puedes concluir en relación con el número de cifras significativas y la calibración de la regla?



Análisis  
de la  
experiencia:



Reafirma  
tus  
conocimientos.



Aplica  
tus  
conocimientos.

Deberás observar que ahora tienes 3 cifras seguras y que hay, además, un pedacito, el cual es ahora muy difícil de estimar. En esta ocasión tendrás cuatro cifras significativas.

Podrás concluir que a medida que las divisiones de la regla son más pequeñas, el número de cifras significativas aumenta.

Regresa a la pregunta central y contéstala.

Siempre que realizas una medición estás comparando la magnitud por medir con un patrón; por eso medir es comparar. Cuando realizas una medida, debes tomar en cuenta la calibración del instrumento para expresar la medición. Mientras más pequeñas son las divisiones del instrumento, mayor es la cantidad de cifras significativas que tendrá la medida. Toda medida debe tener la o las cifras seguras más una cifra estimada. Las cifras significativas serán las cifras seguras más la cifra estimada.

Al cambiar la calibración o graduación de la regla y hacer una medición, lo que cambia es el número de cifras seguras y por consiguiente, cambia el número de cifras significativas. Recuerda que sólo puedes, estimar una sola cifra, independientemente de la regla que uses. Es importante que sepas que la longitud del objeto no cambia al utilizar diferentes reglas; lo que cambia es el número de cifras significativas. Mientras más cifras significativas tenga una medida, más se acerca al valor real de la magnitud que estás midiendo.

Cuando varias personas determinan la medida de un objeto con una misma regla, por ejemplo, el largo del cuadro que se te mostró en la lección, van a coincidir en la o las cifras seguras, pero no necesariamente en la cifra estimada. Es por ello que el valor que mejor representa el largo del objeto es el valor promedio de todos los valores que tomaron. En los experimentos se acostumbra a tomar varias mediciones y luego sacar un promedio de las mismas.

Con base en lo que has aprendido, contesta las siguientes preguntas:

1. Mide el largo de una hoja de papel con la regla graduada en decímetros e identifica cuál o cuáles son las cifras seguras y cuál la cifra estimada o dudosa. Haz lo mismo utilizando posteriormente la regla graduada en centímetros y por último, la regla graduada en milímetros. Con las medidas que tomaste del largo de la hoja, escribe en una tabla el número de cifras significativas que obtuviste con cada una de las reglas.

2. Toma un metro y determina lo siguiente:  
¿Cuántos decímetros tiene un metro?  
¿Cuántos centímetros tiene un metro?  
¿Cuántos milímetros tiene un metro?
3. Toma un pedazo de madera, por ejemplo, un palo de escoba y haz sobre él una marca que te indique el cero y coloca el número 1 sobre el palo de escoba en el lugar que corresponda a 1,0 m. ¿En qué unidades está calibrada la regla que acabas de hacer con ese palo de escoba? Explica. Con dicha regla mide el ancho y el largo del salón de clases o de la sala de tu casa y expresa tu respuesta en metros. Di cuántas cifras significativas tiene cada una de tus mediciones.
4. Si fueras a medir el espesor del libro que estás leyendo, ¿qué regla te conviene usar: una calibrada en decímetros o una calibrada en milímetros? Explica.
5. Investiga qué utilizaban nuestros antepasados para medir longitudes y por qué se han ido cambiando estas costumbres.
6. Investiga cómo han ido cambiando las definiciones de las unidades fundamentales del Sistema Internacional de Unidades y por qué se dan dichos cambios.
7. Investiga cómo se calcula el valor promedio y la desviación estándar y qué uso se le da a estos valores.



Avances  
del  
tema.

## SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

El Sistema Internacional de Unidades, cuyas siglas son S.I., se adoptó con el fin de garantizar la uniformidad y equivalencia en las mediciones, así como el de facilitar las actividades tecnológicas, industriales y comerciales. Este sistema se adoptó en 1875, cuando 17 países suscribieron en París, Francia, el Tratado de la Convención del Metro.

En la actualidad participan aproximadamente cuarenta y ocho países en la Convención, la cual otorga autoridad a la Conferencia General de Pesas y Medidas, al Comité Internacional de Pesas y Medidas y a la Oficina Internacional de Pesas y Medidas, para tomar decisiones a nivel internacional en materia de metrología.

La Conferencia General de Pesas y Medidas, constituida por los delegados que representan a los gobiernos de los países miembros, se reúne cada cuatro años en París, Francia, y aquí se discuten y analizan los acuerdos que aseguran el mejoramiento y divulgación del Sistema Internacional de Unidades (SI); se validan los avances y los resultados de las nuevas determinaciones metrológicas fundamentales y las diversas resoluciones científicas de carácter internacional.

El Sistema Internacional tiene como base siete unidades correspondientes a las magnitudes de longitud, masa, tiempo, intensidad de corriente eléctrica, temperatura, cantidad de materia e intensidad luminosa. Sus unidades respectivas son el metro (m), el kilogramo (kg), el segundo (s), el ampere (A), el kelvin (K), el mol (mol) y la candela (cd). A partir de estas siete unidades se derivan las demás, como el Newton, el Joule, el Pascale, el Voltio, etc.

Cada una de las siete unidades está definida con base en un patrón, el cual ha ido cambiando con el tiempo, y se busca que sea reproducible y que el error en la reproducción sea lo más pequeño posible.

Por ejemplo, el metro en la actualidad se define como la longitud del trayecto recorrido en el vacío por la luz durante un tiempo de  $1/299\,792\,458$  de segundo. Para que un niño lo visualice es recomendable que se le diga que el ancho de las puertas de las casas y de los salones de clases son, generalmente, de un metro.

De igual forma la masa, el tiempo, etc., tiene cada una sus respectivas definiciones.

El Sistema Inglés, que es utilizado con frecuencia en los Estados Unidos, no tiene una autoridad única en el mundo que tome decisiones sobre los valores de sus unidades, por lo que algunas unidades tienen valores diferentes en distintos países.

En la actualidad, no ha sido posible que todos los países adopten el Sistema Internacional de Unidades; sin embargo, cada día tiene más usuarios por los inconvenientes que tiene el no seguir un único patrón. Por ejemplo, en 1999 se estrelló la nave Mars Climate y la falla se atribuye a una confusión de unidades.

## 1.2



¿Sabías que...?



Pregunta Central:



¿Qué sabes del tema?



Materiales:

masilla, legos y balanza.

## ¿CAMBIA LA MASA DE LOS CUERPOS AL VARIAR SU FORMA O AL CAMBIAR DE ESTADO FÍSICO?

...Si la balanza y las pesas no son exactas, y no se han cuidado esmeradamente, el trabajo y el tiempo gastado en un análisis, no servirá mayormente para nada...

H.S. Washington

En la naturaleza hay cuerpos de diferentes formas, tamaños y estado físico, pero todos tienen en común que están constituidos por cierta **cantidad de materia o masa**. En ocasiones es necesario dividir o fraccionar un cuerpo u objeto en varias partes o cambiarlo de forma o de estado físico para darle otro uso. Por ejemplo, cortar un pastel en pedazos; presionar una bola de hule o caucho; diluir azúcar en agua; fundir un metal para hacer algunas herramientas, etc. ¿Te has preguntado alguna vez si la masa de dichos cuerpos varía al cambiar la forma, el tamaño o el estado físico de los mismos? Esta lección te ayudará a resolver esta interrogante.

¿Cambia la masa de los cuerpos al variar su forma o al cambiar su estado físico? Explica.

### EXPERIENCIA 1

¿Cambia la masa de un cuerpo al variar su forma?

Piensa y anota.

- ¿Con qué determinas la masa de un cuerpo y en qué unidades la puedes expresar?
- Si tuvieras una bola de masa de maíz y luego le das forma de una tortilla, ¿piensas que mantendrá el valor de su masa o cambiará? Explica.
- Si compras una patineta desarmada y luego la armas, ¿cambiará la masa de la misma antes y después de armada? Explica.

Hazlo, observa y anota.

- \* Toma una balanza y observa en qué unidades está calibrada.
- \* Determina cuánto vale cada división o rayita en la balanza.
- \* Toma un pedazo de masilla y forma una bola. Determina el valor de su masa con la ayuda de una balanza y anótalo.
- \* Dale ahora forma de un cilindro a la masilla, determina su masa y anótala.
- \* Compara el valor de la masa de la bola y del cilindro de masilla y señala si son iguales o diferentes. Explica por qué consideras que obtuviste estos resultados.
- ¿Qué sucederá con la masa de la masilla si le das otra forma?



¿Qué sabes del tema?



Análisis de la experiencia:



¿Qué sabes del tema?



Materiales:

un paquete de «kool-aid», azúcar, un palito mezclador, un vaso, agua y una balanza.



¿Qué sabes del tema?

- \* Arma con legos cualquier objeto y determina su masa.
- Desármalo y determina la masa de todas las piezas juntas que utilizaste. Compara ambas masas. ¿Cómo son los valores de ambas masas? Explica.

Con la balanza determinas la masa de los cuerpos y su unidad en el Sistema Internacional de Unidades es el kilogramo (kg), que equivale a mil gramos.

Si se produce un cambio en la forma de un cuerpo y no le quitas ni agregas nada, su masa no cambia. De igual forma, si armas y desarmas un objeto, la masa no cambia, ya que lo que haces es cambiar la forma, pero no alteras la cantidad de masa o materia.

## EXPERIENCIA 2

¿Cambia la masa del «kool-aid» al disolverse?

Piensa y anota.

- Imagínate que tienes separadamente una jarra con agua y un paquete de concentrado de naranja y les determinas su masa. Luego de hacer la mezcla del agua con el concentrado de naranja vuelves a determinar su masa.
- ¿Cómo sería el valor de la masa antes y después de mezclar todo? Explica.

Hazlo, observa y anota.

- \* Toma un vaso con agua, un paquete de «kool-aid», azúcar, un palito mezclador y determinas la masa de todo junto. Luego agrega el «kool-aid» y el azúcar al agua, lo agitas con el mezclador y mides la masa de todo nuevamente, incluyendo la bolsita del «kool-aid».
- ¿Cómo es el valor de la masa antes y después de mezclar todo? Explica.

## EXPERIENCIA 3

¿Cambia la masa de un «alka-seltzer» al disolverse?

Piensa y anota.

- Si determinas la masa de un globo desinflado, de una botella con agua y de un «alka-seltzer» (todo junto). Luego agregas el «alka-seltzer» al frasco con agua y colocas rápidamente el globo en la boca de la botella y vuelves a determinar la masa de todo, ¿cómo serán las masas, iguales o diferentes? Explica.
- ¿Qué piensas le sucederá al globo? Explica.



### Materiales:

un globo, una botella chica vacía, un «alka-seltzer», agua y una balanza.



### Análisis de la experiencia:



### ¿Qué sabes del tema?



### Materiales:

cubos de hielo, vaso y balanza.



### Análisis de la experiencia:

### Hazlo, observa y anota.

- \* Determina la masa de un globo desinflado, de una botella con agua y de un «alka-seltzer» (todo junto). Después, agrega el «alka-seltzer» a la botella con agua y coloca rápidamente el globo en la boca de la botella y vuelves a determinar la masa de todo. Compara la masa de todo el sistema antes y después de disolver el «alka-seltzer». Explica.
- ¿Qué le sucedió al globo? Explica.

Si al preparar un refresco o un medicamento determinas la masa de todos los ingredientes antes de mezclarlos y luego los mezclas y vuelves a determinar su masa sin permitir que se derrame ni escape nada, la masa no cambiará, pues no has quitado ni agregado nada a lo que tienes desde el inicio.

Si no permites que se escape nada, al disolver un material en otro, aunque se formen nuevos productos, la masa de todo el sistema antes y después será la misma, pues no has agregado ni quitado nada.

## EXPERIENCIA 4

¿Cambia la masa de un cuerpo al pasar de estado sólido a líquido?

### Piensa y anota.

- Si tuvieras un duro o congelado de tamarindo en un vaso, le mides su masa y lo dejas en el vaso por un largo tiempo hasta que se derrita y vuelves a medir su masa: ¿cómo piensas que sería la masa antes y después de derretido el duro o congelado de tamarindo?

### Hazlo, observa y anota.

- \* Coloca varios cubos de hielo en un vaso y mide su masa. Déjalos que se derritan y vuelve a medir su masa.
- Compara el valor de la masa antes y después de derretido el hielo. Explica.

Si no agregas ni quitas nada al sistema original, la masa será la misma, aunque hayan cambios de estado. Cuando un material cambia de estado, ya sea de sólido a líquido, de líquido a gas, etc., si no permites que se agregue ni salga nada del sistema, la masa será la misma.

Regresa a la pregunta central y contéstala.



Reafirma  
tus  
conocimientos.

La masa de los cuerpos no cambia al variar su forma, esto se debe a que no se ha quitado ni agregado nada al cuerpo.

Si se tiene un sistema cerrado, es decir, un sistema en el cual no sale ni entre nada adicional a lo que se tiene desde un inicio, la masa del mismo no cambia, independientemente de lo que suceda dentro de ese sistema. Si el sistema es abierto y si se le agrega o se le quita materia, entonces en el sistema puede haber cambio de masa.

Si se tiene agua o cualquier otro material en estado sólido y pasa al estado líquido, la masa seguirá siendo la misma.

Cuando se disuelven medicamentos como «alka- zeltzer» o «sal andrews», se forman burbujas por la presencia de gases, los cuales se pueden escapar del recipiente si no se mantiene tapado. Sin embargo, si se busca un mecanismo para que estos gases no se salgan del recipiente, el sistema se considera cerrado, y la masa será la misma antes y después de disolver estos medicamentos, pues no se ha quitado ni agregado nada al sistema original.

En un sistema cerrado la cantidad de átomos, al igual que la masa, permanece constante.

Una de las herramientas básicas que se usa en el área científica es la balanza. Con la balanza se compara la masa de un cuerpo con la masa conocida de las pesas que se usan como patrón. La masa es la cantidad de materia que posee un cuerpo, y al medir con una balanza lo que se obtiene es la masa del objeto y no su peso. La masa de un cuerpo no cambia de un lugar a otro.

Es frecuente que confundamos masa con peso y lo usemos indistintamente, sin embargo, son diferentes. El peso de un cuerpo en la Tierra, es la fuerza de atracción que ejerce la Tierra sobre dicho cuerpo y si estuviésemos en la Luna, sería la fuerza de atracción que ejerce la Luna sobre dicho cuerpo. De igual forma, si estuvieses en el planeta Marte, el peso será la fuerza de atracción que ejerce el planeta Marte sobre este cuerpo.

Como se sabe o se observa en películas, la fuerza de atracción que ejerce la Tierra sobre los cuerpos es mayor que la que ejerce la Luna, por lo que el peso de un cuerpo en la Tierra será mayor que el peso de un cuerpo en la Luna. Se puede concluir, que el peso cambia de un lugar a otro. Sin embargo, la masa es la cantidad de materia que tiene el cuerpo y ésta es la misma si el cuerpo está en la Tierra, en la Luna, en Marte o en cualquier otro lugar.



Aplica  
tus  
conocimientos.

En el Sistema Internacional, la masa se expresa en kilogramos, cuyo símbolo es kg y se define como la masa igual a la del prototipo internacional del kilogramo (1ª y 3ª Conferencia General de Pesas y Medidas, 1889 y 1901).

Existe una relación entre la masa y el peso, esto es:  $p = m \cdot g$  donde  $p$  es el peso,  $m$  es la masa y  $g$  es la aceleración con que cae un cuerpo, en caída libre, si se desprecia la fricción. Esta aceleración depende del lugar donde se encuentre el cuerpo. Por ejemplo, los cuerpos cercanos a la superficie de la Tierra caen con una aceleración promedio de  $9,8 \text{ m/s}^2$  y a esta aceleración se le identifica generalmente con la letra  $g$ . Este valor cambia con la altitud. A una altura sobre la superficie terrestre de 1 000 m la  $g$  tiene un valor de  $7,33 \text{ m/s}^2$ , a 5 000 m tan solo vale  $3,08 \text{ m/s}^2$ .

En la Luna los cuerpos caen con una aceleración que corresponde aproximadamente a un sexto del valor en la Tierra. Así es como en la Luna los cuerpos pesan un sexto de lo que pesan en la Tierra. Como en el Sistema Internacional la masa se da en kg, y la aceleración en  $\text{m/s}^2$ , entonces el peso se da en  $\text{kg m/s}^2$  que se le conoce como Newton, en honor a Sir Isaac Newton.

Con base en lo que has aprendido, contesta las siguientes preguntas:

1. ¿Cambiará el valor de la masa de la gelatina al pasar de líquido a una consistencia gelatinosa? Explica.
2. ¿Cambiará el valor de la masa de una vela al quemarse?
3. Explica.  
Si tienes un recipiente abierto con agua y la hierves durante cierto tiempo:
  - a. ¿cambiará la masa del agua?
  - b. Si ahora tapas el recipiente herméticamente, ¿cambiará la masa del agua?
4. Si quemas un pedazo de tela en un recipiente cerrado y determinas la masa del sistema antes y después de quemar la tela, ¿cómo será la masa del sistema? Explica.
5. Supon que tienes nueve monedas y de antemano te han dicho que una es falsa y tiene un valor de masa diferente a las demás. Cuentas con una balanza, pero sólo la puedes utilizar en tres ocasiones. Describe cómo harías para determinar cuál es la moneda falsa y si tiene más o menos masa que las demás.



Avances  
del  
tema.

## EL ESTADO PLASMA

Cuando se habla de los estados de la materia, usualmente se habla del estado sólido, el líquido y el gaseoso. Sin embargo, existe otro estado menos conocido que es el estado plasma. Generalmente, a temperaturas bajas, los materiales se encuentran en estado sólido; si los calentamos, alcanzan el estado líquido; y si continuamos calentándolos, pasan al estado gaseoso. Si aún se sigue aumentando la temperatura del gas, los átomos se ionizan y se alcanza otro estado de la materia, conocido como plasma, con características propias que lo definen y distinguen de los demás. Debido a que el gas está a alta temperatura, los átomos que lo componen pierden electrones, de modo que éste queda compuesto de partículas cargadas (electrones e iones).

Un 99% del Universo observable está en estado plasma. Existen plasmas naturales, como la corona solar; o artificiales, como el gas en tubos fluorescentes, de baja o alta densidad. El medio interplanetario, el interestelar y el espacio intergaláctico están llenos de plasma.

Un plasma puede existir a baja temperatura si se tiene un mecanismo para ionizar un gas y si éste es de baja densidad para que la recombinación de las partículas sea pequeña. Este es el caso de la obtención de un plasma en el laboratorio y en la ionosfera de la Tierra.

La física de los plasmas es una rama relativamente nueva de la ciencia y brinda posibilidades de conocer el origen y evolución del Universo.

¿ Se conserva la masa en el estado plasma? ¿Qué opinas?

## 1.3



¿Sabías que...?



Pregunta Central:



¿Qué sabes del tema?

Figura 1.1  
Recipientes de cartón con forma de paralelepípedo para estimar su volumen

## LA PROBETA Y EL CONCEPTO DE VOLUMEN

...Comprender los conceptos y principios fundamentales de la ciencia te dará la oportunidad de conocer y valorar los descubrimientos científicos de la humanidad...

R.A. Allier.

En la naturaleza existen cuerpos en diferentes estados físicos, con diversas formas y tamaños y que ocupan un espacio. Podemos observar que la mayoría de las cosas que usamos o consumimos en nuestras actividades diarias, ya sean sólidas, líquidas o gaseosas están contenidas en recipientes de diferentes tamaños, cada uno con diferente volumen. Por ejemplo, la leche o los jugos vienen en recipientes de un litro, un tercio de litro, un cuarto de litro, un galón; el gas de cocina viene también en diferentes tamaños. Habrás observado que estas cantidades se expresan en diferentes unidades, como litro, mililitro, galón, pinta, entre otras. ¿Conoces otras unidades? ¿Te has preguntado alguna vez **si el volumen de dichos cuerpos varía al cambiar la forma, el tamaño o el estado físico de los mismos? ¿Se cumplirá lo mismo para los sólidos, líquidos y gases?** Si quieres empacar cajas con libros en un depósito, ¿qué necesitas saber para determinar cuántas cajas puedes almacenar en dicho depósito?

Si tienes dos cilindros de metal iguales, excepto que uno tiene más masa que el otro e introduces completamente cada cilindro en vasos iguales con agua, ¿cuál de los dos cilindros consideras que desplazará mayor cantidad de agua?, ¿piensas que desplazarán igual cantidad de agua?, ¿por qué consideras que ocurre esto?

### EXPERIENCIA 1

#### Midiendo con la probeta

Piensa y anota.

- Toma tres recipientes de cartón de diferente tamaño, que tengan forma de cajita o paralelepípedo (figura 1.1), como los de leche o de jugos. Observa los tres recipientes de cartón y **estima el volumen de agua que cabe** en cada uno de ellos. Indica la unidad que consideres adecuada y anótalos en el cuadro 1.1



### Cuadro 1.1

Para anotar el volumen estimado de cada recipiente

Recipiente	Volumen estimado
1	
2	
3	



#### Materiales:

tres recipientes cúbicos de cartón de diferente tamaño, una probeta o una taza de medir, agua y un envase para el agua

Figura 1.2

Probeta de 10 mL para medir volúmenes

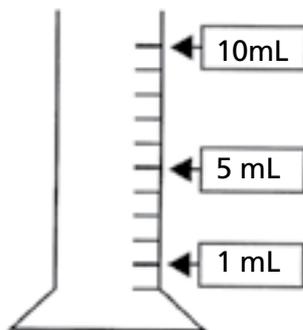
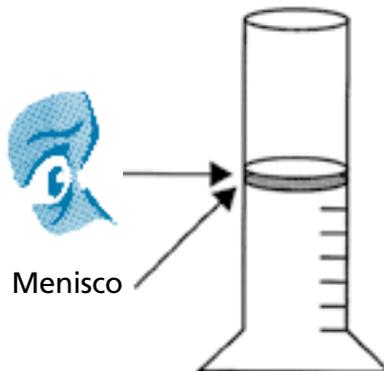


Figura 1.3

Menisco que se forma al agregar líquido en una probeta



- Si tuvieras una probeta o taza de medir y quisieras comprobar qué volumen de agua cabe en cada recipiente, ¿qué harías?

Hazlo, observa y anota.

- \* Observa las divisiones de una probeta o de una taza de medir y mira los números marcados en cada uno de ellos y determina cuánto representa cada división, (figura 1.2).
- ¿En qué unidades está calibrada dicha probeta o taza de medir?

- \* Al agregar líquido a la probeta o a la taza de medir, observarás que se forma una especie de aro, de cierto grosor, en la parte superior, llamado menisco. Para evitar error en la lectura, debes colocar tus ojos al nivel de la parte inferior del menisco (figura 1.3).

**Cuadro 1.2**  
Volumen de los tres recipientes, medidos con la probeta o la taza de medir



Análisis de la experiencia:



¿Qué sabes del tema?



Materiales:

tres recipientes cúbicos de cartón de diferentes tamaños y una regla calibrada en mm.

- \* Llena cada recipiente con agua y mide el volumen en la probeta o en (a taza de medir para saber qué cantidad cabe en cada recipiente y anota los resultados en el cuadro 1.2.

Recipiente	Volumen medido con la probeta o taza de medir (mL)
1	
2	
3	

El volumen se puede medir de forma directa con una probeta, con una taza de medir o con cualquier otro instrumento calibrado para medir volumen. El volumen representa el espacio que ocupa un cuerpo.

Para evitar el error de paralaje, al medir con la probeta, debes leer de modo que tus ojos estén al mismo nivel de la parte inferior del menisco (figura 1.3), de lo contrario, obtendrás valores menores o mayores al valor real.

El volumen se puede expresar en litros, mililitros, metros cúbicos, decímetros cúbicos, centímetros cúbicos, galones, onzas fluidas, taza, pinta, entre otras unidades

## EXPERIENCIA 2

### Medida indirecta del volumen

Piensa y anota.

- Si quisieras determinar el volumen de agua que cabe en cada uno de los tres recipientes y sólo cuentas con una regla, ¿cómo lo harías?

Hazlo, observa y anota.

- \* Mide, en cm, cada uno de los lados (largo, ancho y profundidad o espesor) de los tres recipientes y anota estos valores en el cuadro 1.3.
- \* Con las medidas anteriores, determina el volumen de cada recipiente y anota estos resultados en el cuadro 1.3. Analiza y explica cómo obtuviste estos volúmenes.

**Cuadro 1.3**  
Medidas de las dimensiones de los tres recipientes y volumen calculado de cada uno.

Recipiente	Medidas de los recipientes			Volumen calculado (cm <sup>3</sup> )
	Altura (cm)	Ancho (cm)	Profundidad o espesor (cm)	
1				
2				
3				

- \* Compara el volumen calculado de cada recipiente en el cuadro 1.3, con el obtenido usando la probeta o la taza de medir en la experiencia 1 y presentado en el cuadro 1.2. ¿Son iguales o diferentes? Explica.



Análisis de la experiencia:

El volumen también se puede calcular **de manera indirecta, midiendo primero las dimensiones del objeto** y realizando con ellos algunos cálculos. Por ejemplo, para una caja en forma de paralelepípedo, el volumen se obtiene multiplicando la altura por el ancho por la profundidad o espesor. Los valores obtenidos indirectamente deben ser similares a los obtenidos de forma directa. Hay recipientes que les cabe mayor cantidad de sustancia que a otros, es decir, que tienen más volumen que otros, y esto depende de sus dimensiones.



¿Qué sabes del tema?



Materiales:

recipiente de un litro, una probeta o taza de medir y agua.

### EXPERIENCIA 3

¿Cómo es la equivalencia entre las unidades de volúmenes?

Piensa y anota.

- ¿Cuál consideras que representa un mayor volumen, un mililitro o un litro? ¿Qué relación existe entre ellos?

Hazlo, observa y anota.

- \* Toma un recipiente de un litro, llénalo de agua, vacíala en la probeta o taza de medir y mide la cantidad que hay, en mililitro. ¿Qué resultado obtienes? ¿A qué conclusión llegas?



Análisis  
de la  
experiencia:



¿Qué sabes  
del  
tema?



Materiales:

un gotero de 1,0  
mL y agua.



Análisis  
de la  
experiencia:



¿Qué sabes  
del  
tema?

A pesar de que el volumen se puede expresar en diferentes unidades, hay relación o equivalencias entre ellas. Es posible verificar esto al comparar o relacionar las divisiones más pequeñas de una probeta con la capacidad total de la misma. Por ejemplo, una probeta de 1,0 litro que se subdivide en 1 000 partes iguales, indica que cada subdivisión equivale a 1/1 000 parte del litro, denominadas mililitro, cuyo símbolo es mL. Esto significa que 1,0 L equivale a 1 000 mL. Estas equivalencias son importantes, porque permiten transformar o pasar de una unidad a otra, facilitando el manejo de las mismas.

## EXPERIENCIA 4

Retos por resolver utilizando la probeta

Piensa y anota.

- Si quisieras medir el volumen de una gota de agua que sale de un gotero, ¿cómo lo harías? Explica.

Hazlo, observa y anota.

- \* Toma un gotero graduado en mililitros y llénalo de agua hasta la marca de 1,0 mL, y cuenta la cantidad de gotas que hay. ¿Cuántas gotas corresponden a 1,0 mL? Anota el resultado.
- \* Con este resultado, calcula el volumen de una gota de agua. Explica cómo lo obtuviste.

Hay cantidades que son muy pequeñas que no es posible medirlas directamente con una probeta, como lo es el volumen de una gota de agua. En estos casos es necesario hacerlo de manera indirecta, midiendo el volumen de muchas gotas juntas. Si se cuenta el número de gotas que caben en ese volumen, sólo hay que establecer una regla de tres para determinar el volumen de una gota de agua. Si se hace con mucho cuidado y siguiendo las instrucciones, se obtiene que el volumen de una gota de agua es aproximadamente igual a 0,05 mL.

## EXPERIENCIA 5

¿Es igual o diferente el volumen de dos sólidos de iguales dimensiones, pero de distinto material?

Piensa y anota.

- Si tienes tres envases iguales y llenas el primero con agua, el segundo lo llenas de piedra y el tercero lo dejas sólo con el aire que contiene, ¿quién tiene más volumen: el envase lleno de agua, el lleno de piedras o el lleno de aire? Explica.



### Materiales:

un recipiente chico con tapa (por ejemplo, un envase de rollos de película), una probeta o una taza de medir transparente, piedras, agua y un envase para el agua.

**Cuadro 1.4**  
Volumen del recipiente lleno de agua, de piedras y de aire

### Hazlo, observa y anota.

- \* Agrega agua en una probeta o en una taza graduada y anota el volumen, que es el volumen inicial, en el cuadro 1.4.
- \* Toma un recipiente cilíndrico chico con tapa, por ejemplo, un envase de rollo de película, llénalo con agua, tápalo e introdúcelo totalmente en el agua que se encuentra en la probeta o en la taza graduada y anota el nuevo volumen, que es el volumen final, en el cuadro 1.4.
- \* Con los resultados anteriores, calcula el volumen del recipiente lleno de agua y anótalo en la cuarta columna del cuadro 1.4. Explica cómo lo determinaste.
- \* Repite los pasos anteriores, pero con el recipiente lleno de piedras y finalmente con el lleno de aire. En cada caso, cerciérate de que el envase se introduzca totalmente en el agua. **Anota los valores en el cuadro 1.4.**

Recipiente	Volumen inicial (mL)	Volumen final (mL)	Volumen del recipiente (mL)
Recipiente lleno de agua			
Recipiente lleno de piedras			
Recipiente lleno de aire			

- \* Observa los valores del cuadro 1.4 y contesta ahora: ¿El recipiente ocupó menos espacio, más espacio o igual espacio cuando estaba lleno de agua, cuando estaba lleno de piedras o cuando estaba lleno de aire? Explica.



### Análisis de la experiencia:

Los sólidos de iguales dimensiones, aunque sean de diferente material, tienen igual volumen. Al llenar un recipiente con diferentes materiales y si en cada caso se sumerge completamente en un recipiente con agua, ésta subirá al mismo nivel en todas estas situaciones, ya que el recipiente no ha cambiado sus dimensiones y, por lo tanto, su volumen es el mismo. Todos los cuerpos ocupan un espacio, independientemente del estado físico en que se encuentren: líquido, sólido o gaseoso, pues cuerpos o sustancias en cualquiera de los tres estados físicos al sumergirse en agua desplazan cierta cantidad de agua.

Si se tienen diferentes cuerpos de distinta masa, pero de iguales dimensiones, su volumen será el mismo, y si éste se mide por desplazamiento de agua, el volumen de agua desalojada será igual.



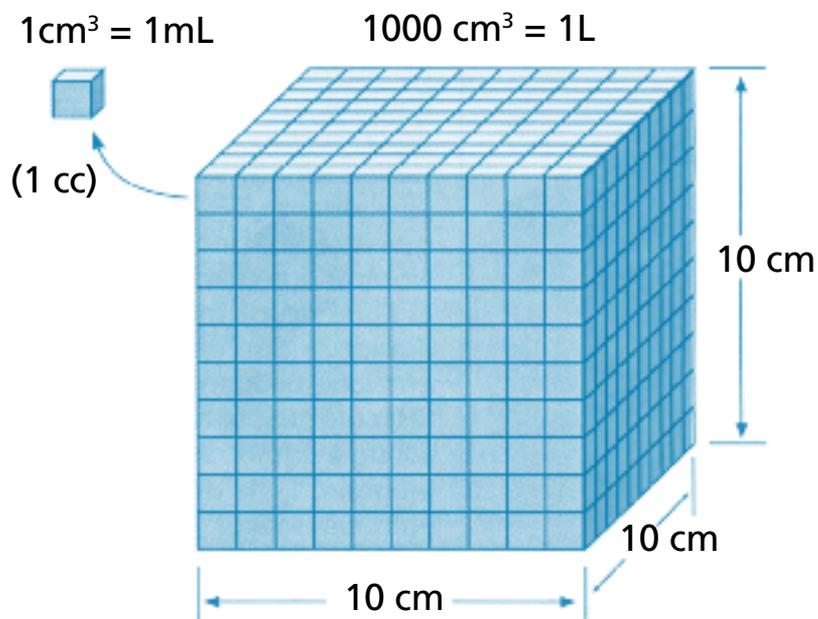
Reafirma  
tus  
conocimientos.

Regresa a la pregunta central y contéstala.

Pudiste aprender en esta lección que todos los cuerpos ocupan un espacio, independientemente de su estado físico, inclusive los gases, y que este espacio se conoce como volumen. Esta propiedad depende de las dimensiones del cuerpo, como es el caso de las cajas de diferentes dimensiones, que tienen distinto volumen. En caso contrario, si los cuerpos tienen iguales dimensiones, ellos ocuparán el mismo espacio o volumen. Es decir, que si se sumerge una esfera de masilla en agua y otra de hierro de iguales dimensiones, ambas desplazarán la misma cantidad de agua, indicando que tienen igual volumen.

Hay dos formas de medir volúmenes: **directamente**, por ejemplo, con una probeta o taza de medir; o **indirectamente**, en la cual, además de hacer mediciones directas, se requiere hacer cálculos matemáticos para obtener el resultado. Un instrumento que permite medir el volumen es la probeta. Con ella se puede medir directamente el volumen de un líquido o indirectamente el volumen de un sólido, por desplazamiento. En el **Sistema Internacional (SI)**, la unidad de volumen es el **metro cúbico ( $m^3$ )**, pero a pesar de esto, en nuestros países se usan otras unidades como el galón, litro, onzas fluidas, la pinta, etc. También se aceptan los submúltiplos del  $m^3$ , como son el  $dm^3$ , el  $cm^3$  ó el  $mm^3$ . En la figura 1.4 se presentan algunas equivalencias entre diferentes unidades de volumen.

Figura 1.4  
Cubo de 1,0 dm  
(10 cm ó 0,10 m)  
de lado, cuyo volumen  
es 1,0  $dm^3$ .  
A partir de él se  
obtienen  
algunas unidades  
y equivalencias  
que se derivan del  $m^3$ :  
 $1,0 m^3 = 1\ 000 dm^3$   
 $1,0 dm^3 = 1,0 L$   
 $1,0 m^3 = 1\ 000 L$   
 $1,0 dm^3 = 1\ 000 cm^3$   
 $1,0 L = 1\ 000 cm^3$   
 $1,0 L = 1\ 000 mL$   
 $1,0 cm^3 = 1,0 mL$





Aplica  
tus  
conocimientos.



Avances  
del  
tema.

Con base en lo que has aprendido, contesta las siguientes preguntas:

1. Observa las etiquetas de algunos productos que hay en tu casa, identifica cuáles indican volumen y en qué unidades se expresa.
2. ¿Cómo podrías hacer dos cajas de diferentes formas, pero que tengan el mismo volumen?
3. Si tienes una lata de refresco y extraes su contenido con una jeringa, ¿cambiará el volumen de la lata? Explica.
4. Si tienes un gas en un recipiente cerrado y lo abres, permitiendo que el gas salga, ¿ocupará el mismo volumen que cuando estaba dentro del recipiente? Explica tu respuesta.

## VOLUMEN

Los cuerpos poseen otra propiedad fundamental, denominada volumen. Los sólidos tienen volumen y forma definidos; los líquidos sólo tienen volumen definido, ya que adquieren la forma del recipiente que los contiene; mientras que los gases no tienen ni volumen ni forma definidos, porque al abrir el recipiente que los contiene, se esparcen por el ambiente, ocupando un mayor volumen.

Esta propiedad está relacionada con el espacio entre las moléculas que componen la sustancia o el cuerpo. Así, en los sólidos esta separación es más pequeña que en los líquidos, y en los gases es mucho mayor. Por eso, la mayoría de las sustancias en estado sólido ocupan menos espacio o tienen menos volumen que en estado líquido o gaseoso. Sin embargo, el agua es un caso excepcional. ¿Has observado qué sucede si pones a congelar agua en un envase de cartón? Notarás que cuando se congela, el cartón se expande porque el agua ocupa más espacio en estado sólido que en estado líquido. Sin embargo, la mayoría de las sustancias al enfriarse ocupan menos espacio, porque la separación entre las moléculas se hace más pequeña. Cuando pasan de estado sólido a líquido se expanden y ocupan mayor volumen. Por ejemplo,  $1 \text{ cm}^3$  de hielo al calentarse y evaporarse ocupa un volumen mayor, porque sus moléculas están más separadas en el estado gaseoso que en el sólido.



¿Sabías que...?



Pregunta Central:



¿Qué sabes del tema?



Materiales:

masilla, regla, balanza, probeta o vaso químico, hilo de nylon y agua.

## FORMAS Y VOLÚMENES

... La Ciencia es una tentativa en el sentido de lograr que la caótica diversidad de nuestras experiencias sensoriales corresponda a un sistema de pensamiento lógicamente ordenado.

Albert Einstein.

Existen cuerpos de formas regulares e irregulares. Entre los cuerpos de formas regulares tenemos esféricos, cilíndricos, cúbicos, etc. Cada uno de ellos tiene una relación entre su volumen y sus dimensiones, que es relativamente fácil de determinar. Esta relación, por ejemplo, entre el volumen y el radio de una esfera y el volumen y el radio de un cilindro, se mantiene independiente de los tamaños de los cuerpos.

Es importante conocer la relación entre estas variables, ya que de esta forma se pueden determinar las dimensiones de los cuerpos si se tiene el volumen, o calcular el volumen si se conocen las dimensiones del cuerpo.

Si te solicitan diseñar dos recipientes esféricos para almacenar agua, de tal forma que uno tenga el doble del volumen que el otro, ¿qué relación debe haber entre los radios de estos dos recipientes? Explica.

### EXPERIENCIA 1

#### La esfera y su volumen

Piensa y anota.

- ¿Cómo determinas el volumen de una esfera?
- Si se duplica la masa de una esfera, ¿cuántas veces aumenta su volumen? ¿Cuántas veces aumenta su radio? Explica.

Hazlo, observa y anota.

- \* Toma un pedazo de masilla, haz una esfera maciza, que llamarás esfera 1 y determina su masa con una balanza. Anótalo en el cuadro 1.5.
- \* Mide el volumen de la esfera 1 por desplazamiento de agua, ya sea en una probeta o en un vaso químico. Anótalo en el cuadro 1.5.
- \* Con mucho cuidado de no deformar la esfera 1 y con ayuda del hilo de nylon, pártela por la mitad y mide su radio con la regla. Anótalo en el cuadro 1.5.
- \* Toma ahora el doble de la masa de la esfera 1 y construye una segunda esfera maciza, que llamaremos esfera 2. Anota el valor de la masa en el cuadro 1.5.
- \* Mide el volumen de la esfera 2 por desplazamiento de agua, ya sea en una probeta o en un vaso químico. Anótalo en el cuadro 1.5.

**Cuadro 1.5**  
Valores de masa,  
volumen y radio de  
las esferas de masilla

- Con base en los datos obtenidos, ¿qué relación hay entre el volumen de la esfera 2 y el volumen de la esfera 1 ? Explica.
- \* Con mucho cuidado de no deformar la esfera 2, y usando el hilo de nylon, pártela por la mitad y mide su radio. Anótalo en el cuadro 1.5. ¿Qué relación hay entre los radios de la esfera 2 y la esfera 1? Explica.

	Masa (g)	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Radio (cm)
Esfera 1			
Esfera 2			

- \* Con base en los datos del cuadro 1.5, contesta las siguientes preguntas:
  - Si se duplica la masa de una esfera, ¿cuántas veces aumenta su volumen?
  - Si se duplica la masa de una esfera, ¿cuántas veces aumenta su radio?
  - Si se duplica el volumen de una esfera, ¿cuántas veces aumenta su radio?

En los materiales sólidos y líquidos, al aumentar la masa también aumenta el volumen proporcionalmente. Así, por ejemplo, si se duplica la masa, el volumen también lo hace, pero no así el radio.

Al duplicarse el volumen de una esfera, el radio no se duplica, sino que se hace 1,25 veces mayor. Esto se debe a que no existe una relación lineal (directa) entre el volumen y el radio para el caso de la esfera.

## EXPERIENCIA 2

### Relación entre el volumen y el radio de una esfera

Piensa y anota.

- ¿Qué volumen de agua le cabe a un recipiente esférico, de 4,0 m de radio?
- Si necesitas diseñar una esfera para almacenar 5,0 m<sup>3</sup> de agua, ¿qué radio debe tener la esfera?

Hazlo, observa y anota.

- \* Toma un pedazo de masilla, haz 5 esferas de tamaños diferentes y mídeles el volumen y el radio tal como lo hiciste en la experiencia anterior y anota los valores en el cuadro 1.6.



Análisis  
de la  
experiencia:



¿Qué sabes  
del  
tema?



Materiales:

masilla, regla, probeta o vaso químico, balanza, hilo de nylon, agua y hoja milimetrada.

**Cuadro 1.6**  
Valores de volumen  
y el radio para  
diferentes esferas

Esferas	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Radio (cm)	(Radio) <sup>3</sup> (cm <sup>3</sup> )
1			
2			
3			
4			
5			

- \* En papel milimetrado, confecciona una gráfica del volumen versus el radio (V vs r), con los valores del cuadro 1.6. ¿Qué gráfica obtuviste? ¿Resultó una curva o una línea recta? Explica.
- \* Eleva al cubo los radios de cada una de las cinco esferas y anótalos en el cuadro 1.6. En papel milimetrado, confecciona ahora una gráfica del volumen versus el radio al cubo (V vs r<sup>3</sup>). ¿Qué gráfica resultó ahora, una recta o una curva?
- \* Calcula la pendiente de la gráfica anterior (V vs r<sup>3</sup>) y determina la ecuación matemática que relaciona al volumen con el radio de la esfera.
- \* Vuelve a contestar las dos preguntas que se te hicieron al inicio de esta experiencia:
- \* ¿Qué volumen de agua le cabe a un recipiente esférico de 4,0 m de radio?
- Si necesitas diseñar una esfera para almacenar 5,0 m<sup>3</sup> de agua, ¿qué radio debe tener la esfera?



Análisis  
de la  
experiencia:

Si se requiere diseñar recipientes para contener un volumen determinado, se debe conocer la relación entre el volumen y las dimensiones del recipiente. Cuando los objetos tienen formas regulares, como esferas, cilindros, cubos, es fácil encontrar una relación matemática entre el volumen y sus dimensiones.

Si se gráfica el volumen versus el radio de una esfera, se obtiene una curva, lo que indica que no existe una relación lineal entre el volumen y el radio. Sin embargo, al graficar el volumen versus el radio al cubo, se obtiene una recta, lo que permite determinar la relación matemática entre estas dos variables.

Al determinar la pendiente de la gráfica volumen versus radio al cubo de una esfera, se obtiene un valor aproximado de 4,2. Este valor generalmente se escribe como  $(4/3)\pi$ , donde  $\pi$  tiene un valor de 3,1416. La relación entre el volumen y el radio para una esfera es de  $(4/3)\pi r^3$ , es decir,  $V = (4/3)\pi r^3$ .

Con esta relación, observas que si se duplica el radio, el volumen se hace 8 veces mayor, ya que el volumen varía con el cubo del radio.

¿Qué le sucederá al volumen si se triplica el radio?



¿Qué sabes del tema?



Materiales:

masilla, regla, probeta o vaso químico, balanza y agua.

### Cuadro 1.7

Valores de masa, volumen y radio de los cilindros de masilla



Análisis de la experiencia:

## EXPERIENCIA 3

### El cilindro y su volumen

Piensa y anota.

- ¿Cómo determinas el volumen de un cilindro?
- Si se duplica la masa de un cilindro, ¿cuántas veces aumenta su volumen? Si se mantiene la misma altura, ¿cuántas veces aumenta su radio? Explica.

Hazlo, observa y anota.

- \* Toma un pedazo de masilla, haz un cilindro macizo, que llamarás cilindro 1 y determina su masa con una balanza. Anótalo en el cuadro 1.7.
- \* Mide el volumen del cilindro 1 por desplazamiento de agua, ya sea en una probeta o en un vaso químico. Anótalo en el cuadro 1.7.
- \* Mide el radio del cilindro 1 y anótalo en cuadro 1.7. Toma ahora el doble de la masa del cilindro 1 y construye un segundo cilindro, que llamarás cilindro 2, manteniendo la misma altura del cilindro 1. Anota el valor de la masa en el cuadro 1.7.
- \* Mide el volumen del cilindro 2 por desplazamiento de agua, ya sea en una probeta o en un vaso químico. Anótalo en el cuadro 1.7. ¿Qué relación hay entre el volumen del cilindro 2 y el volumen del cilindro 1? Explica. Mide el radio del cilindro 2 y anótalo en el cuadro 1.7. ¿Qué relación hay entre el radio del cilindro 2 y el radio del cilindro 1? Explica.

	Masa (g)	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Radio (cm)
Cilindro 1			
Cilindro 2			

- \* Con base en los datos que has encontrado, contesta las siguientes preguntas:
  - Si se duplica la masa de un cilindro, ¿cuántas veces aumenta su volumen?
  - Si se duplica la masa de un cilindro, manteniendo la misma altura del primero, ¿cuántas veces aumenta su radio?
  - Si se duplica el volumen de un cilindro, manteniendo la misma altura del primero, ¿cuántas veces aumenta su radio?

Como se señaló anteriormente, al aumentar la masa de materiales sólidos o líquidos, aumenta de igual manera su volumen; por lo que si duplicas la masa de un cilindro, su volumen también aumenta al doble. Si se aumenta el volumen de un cilindro al doble, manteniendo la altura constante, el radio no se duplica, sino que se hace 1,4 veces mayor. Esto indica que no hay una relación lineal entre el volumen y el radio de un cilindro.

## EXPERIENCIA 4

### Relación entre el volumen de un cilindro y su radio



¿Qué sabes del tema?



Materiales:

masilla, regla, probeta o vaso químico, balanza, agua y papel milimetrado.

#### Cuadro 1.8

Valores de volumen y radio de los cilindros de masilla

Piensa y anota.

- ¿Qué volumen de agua le cabe a un recipiente cilíndrico de 2,0 m de radio y 3,0 m de altura?
- Si necesitas diseñar un cilindro para almacenar 10,0 m<sup>3</sup> de agua, con una altura de 1,0 m de alto, ¿qué radio debe tener el cilindro?

Hazlo, observa y anota.

- \* Toma un pedazo de masilla y haz 5 cilindros de la misma altura, pero de radios diferentes. A cada uno mídele el volumen y el radio, tal como lo hiciste en la experiencia anterior y anota los valores en el cuadro 1.8.

Cilindros	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Radio (cm)	(Radio) <sup>3</sup> (cm <sup>3</sup> )
1			
2			
3			
4			
5			

- \* En papel milimetrado, confecciona una gráfica del volumen versus el radio (V vs r), con los datos del cuadro 1.8. ¿Qué gráfica obtuviste, una curva o una línea recta? Explica.
- \* Eleva al cuadrado los radios de cada uno de los cinco cilindros y anótalos en el cuadro 1.8. Con estos valores, confecciona en papel milimetrado la gráfica del volumen versus el radio al cuadrado, (V vs r<sup>2</sup>). ¿Qué gráfico resultó ahora, una recta o una curva?
- \* Determina la pendiente de la gráfica anterior (V vs r<sup>2</sup>) y escribe la ecuación matemática que relaciona estas variables.
- \* Vuelve a contestar las dos preguntas hechas al inicio de esta experiencia:
  - ¿Qué volumen de agua le cabe a un recipiente cilíndrico de 2,0 m de radio y 3,0 m de altura?
  - Si necesitas diseñar un cilindro para almacenar 10,0 m<sup>3</sup> de agua, con una altura de 1,0 m de alto, ¿qué radio debe tener el cilindro?



Análisis  
de la  
experiencia:

Entre el volumen y el radio de un cilindro no hay una relación lineal, por lo que la gráfica de volumen versus radio no es una recta. Sin embargo, si graficas el volumen versus el radio al cuadrado ( $V$  vs  $r^2$ ), para un cilindro, resulta una recta, lo que permite obtener la relación entre el volumen y el radio. A partir de dicha gráfica se puede encontrar que, para un cilindro, el volumen y el radio están relacionados mediante la ecuación  $V=\pi r^2 h$ , donde  $V$  es el volumen,  $r$  es el radio y  $h$  es la altura del cilindro.

Una vez obtenida esta relación, se observa que para el caso de un cilindro, si duplicas el radio manteniendo la altura constante, el volumen se hace 4 veces mayor. ¿Qué le sucederá al volumen si se triplica el radio manteniendo la misma altura?

Regresa a la pregunta central y contéstala.



Reafirma  
tus  
conocimientos.

En muchas ocasiones es necesario conocer la relación que existe entre el volumen y las dimensiones de los objetos, ya que esto ayuda a hacer diseños de recipientes para determinados usos. Por ejemplo, si necesitas almacenar granos, gasolina, agua, pintura, o cualquier otro material, si conoces la relación entre el volumen y las dimensiones del recipiente, se facilita calcular las dimensiones que debe tener éste.

Para una esfera, si se duplica el radio, el volumen se hace 8 veces mayor, ya que su volumen depende del cubo del radio, esto es,

$$V = (4/3)\pi r^3,$$

donde  $V$  es el volumen,  $r$  es radio y  $\pi = 3,1416$ .

Para un cilindro el volumen depende del cuadrado del radio, esto es,

$$V = \pi r^2 h,$$

donde  $V$  es el volumen,  $r$  es el radio y  $h$  es la altura.

Con base en lo que has aprendido, contesta las siguientes preguntas:

1. ¿Qué volumen tiene un recipiente esférico de 1,0 m de radio?
2. ¿Qué volumen tiene un recipiente cilíndrico de 1,0 m de radio y 1,0 m de alto?
3. ¿Qué volumen tiene un recipiente cúbico, cuyos lados miden 1,0m?
4. ¿Quién tiene mayor volumen, un recipiente esférico de 2,0 m de radio, uno cilíndrico de 2,0 m de radio y 2,0 m de altura o uno cúbico, cuyos lados miden 2,0 m? Explica.



Aplica  
tus  
conocimientos.



Avances  
del  
tema.

5. Si se tiene un recipiente esférico de  $40,0 \text{ cm}^3$  y se quiere diseñar otro de  $80,0 \text{ cm}^3$ , ¿qué relación debe haber entre los radios de estos dos recipientes?
6. Si se tienen dos esferas y una tiene el triple del radio que la otra, ¿qué relación hay entre sus radios?
7. Si se duplica el radio de un cilindro, manteniendo su altura constante, ¿qué le sucede al volumen?
8. Si se tienen dos cilindros, uno de  $5,0 \text{ m}^3$  y otro de  $15,0 \text{ m}^3$  y ambos tienen  $1,0 \text{ m}$  de alto, ¿cuánto vale el radio de cada uno?

## LA TIERRA Y SUS DIMENSIONES

La Tierra tiene un radio medio de  $6\,371 \text{ km}$ , es el más grande de los planetas sólidos y tiene un volumen aproximado de  $1,0 \times 10^{12} \text{ km}^3$  y una masa de  $5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$ . Su volumen es 1 316 veces más pequeño que el del gigante Júpiter. Su forma no es perfectamente esférica, pues su radio es de  $6\,378 \text{ km}$  en el Ecuador y  $6\,356 \text{ km}$  en los polos. Aún no se conoce perfectamente la densidad de la Tierra, pero las investigaciones permiten suponer que el núcleo central está formado por hierro y níquel con densidad  $9,0 \text{ g/cm}^3$ ; que la zona intermedia es de hierro y azufre con densidad  $6,0 \text{ g/cm}^3$  y que la zona externa, de silicatos, tiene densidad de  $3,0 \text{ g/cm}^3$ . La densidad media de la Tierra es de  $5,52 \text{ g/cm}^3$ , es decir, unas cinco veces mayor que la del agua. Se trata de la densidad más elevada con respecto a los otros planetas interiores.

La distancia de la Tierra al Sol es de  $1,495 \times 10^8 \text{ km}$ , que se toma como la unidad astronómica (ua). El punto más elevado de la Tierra es el monte Everest, de  $8\,848 \text{ m}$ , y la depresión más profunda, de  $11\,033 \text{ m}$ .

En la siguiente tabla se muestra el radio, el volumen, la densidad, la gravedad y la distancia al Sol de cada uno de los planetas del sistema solar.

	Mercurio	Venus	Tierra	Marte	Júpiter	Saturno	Urano	Heptuno	Plutón
Radio (km)	2 440	6 052	6 378	3 397	71 492	60 268	25 559	24 764	1 195
Volumen relativo de la Tierra	0,054	0,880	1,00	0,149	1 315	755	52	44	0,005
Densidad ( $\text{g/cm}^3$ )	5,43	5,24	5,52	3,94	1,33	0,70	1,30	1,76	1,10
Gravedad	3,70	8,87	9,80	3,71	23,12	8,96	8,69	11,00	0,81
Distancia al Sol (ua)	0,39	0,72	1,00	1,52	5,20	9,54	19,19	30,07	39,48



¿Sabías que...?



Pregunta Central:



¿Qué sabes del tema?

Figura 1.5  
Línea usada para cubrirla con legos



Materiales:

cubos de legos o de los que tengas, del mismo tamaño, monedas del mismo tamaño y una regla.

## ENFRENTANDO RETOS

La educación es un proceso natural, llevado a cabo espontáneamente por el niño, y adquirida no al escuchar palabras, sino mediante experiencias sobre el medio...

María Montessori.

Para determinar longitudes, masas y volúmenes de forma directa, puedes hacer uso de un metro, una balanza y una probeta, respectivamente. En muchas ocasiones, las medidas no las puedes obtener de forma directa, sino que además de usar un instrumento, necesitas realizar una o varias operaciones y hacer uso de tu ingenio. Por ejemplo, si se te pide que calcules el volumen de agua que cabe en una piscina, la cantidad de bloques que necesitas para construir una casa o el número de lápices que cabe en una caja, lo harás de forma indirecta.

Si se te pide que determines la cantidad de cajas de determinado tamaño que cabe en el salón de clases, ¿cómo lo harías?

### EXPERIENCIA 1

#### Cómo medir una dimensión

Piensa y anota.

- Si tuvieras que determinar de dos formas diferentes el número de cubos necesarios para cubrir de un extremo a otro la línea de la figura 1.5, ¿cómo lo harías? Explica cada una de estas formas.

Hazlo, observa y anota.

- \* Coloca los cubos uno al lado de otro sobre la línea. ¿Cuántos pudiste colocar? ¿Esta es una medida directa o indirecta?
- \* También lo puedes hacer si mides uno de los lados del cubo y el largo de la línea dibujada en la figura 1.5.
- \* Ahora, con los datos obtenidos determina el número de cubos que puedes colocar en la figura 1.5 ¿En esta ocasión lo hiciste de forma directa o de forma indirecta? Explica.
- \* Si se dibujara una línea de 150 metros de largo, determina el número de cubos necesarios para cubrir toda la línea. Explica. ¿Cuál método te conviene utilizar en esta ocasión, el directo o el indirecto? Explica.
- En la pregunta anterior, si en vez de cubos de legos utilizas monedas, ¿cómo lo harías? Explica.



¿Qué sabes del tema?



Materiales:

cubos de lego o del material que tengas disponible, una caja, una regla y un metro o cinta métrica.



¿Qué sabes del tema?



Materiales:

un cuaderno y una regla



¿Qué sabes del tema?

## EXPERIENCIA 2

### Cómo medir tres dimensiones

Piensa y anota.

- Si tuvieras que llenar una caja de libros, señala dos formas diferentes que utilizarías, para determinar el número máximo de libros que se pueden colocar en la misma. ¿Cómo lo harías?
- Explica detalladamente, dos formas que utilizarías para determinar el número máximo de cubos de lego o de los que dispongas que puedes colocar en una caja. ¿Qué datos necesitas conocer?

Hazlo, observa y anota.

- \* Mide los lados de un cubo de lego o del material que dispongas y determina su volumen.
  - \* Mide los lados de la caja y determina su volumen.
  - \* Con estos datos, determina la cantidad **de cubos que cabe en la caja**. Explica cómo lo obtuviste.
- ¡¡¡Acepta el Reto!!!
- Ahora, calcula la cantidad de cubos de lego o de otro material, que cabe en el salón de clases. Explica cómo lo hiciste.

## EXPERIENCIA 3

### Enfrentándonos a otro reto

Piensa y anota.

- Utilizando una regla común, ¿cómo determinarías el espesor de una hoja de papel de uno de tus cuadernos? Utilizando una regla común, ¿cómo determinarías el espesor de una hoja de papel de uno de tus cuadernos?

Hazlo, observa y anota.

- \* Mide el espesor del total de hojas de tu cuaderno, sin incluir la portada. Cuenta el número total de hojas medidas.
- \* Con estos datos, determina el espesor de una hoja de papel. Explica cómo lo hiciste.

## EXPERIENCIA 4

### ¿Cómo está tu ingenio?

Piensa y anota.

- Con una regla común, ¿cómo medirías el espesor de una hebra de hilo? Explica.



Materiales:

lápiz, hilo de coser y regla.



¿Qué sabes del tema?



Materiales:

una caja chica, una caja grande, regla, porotos y una balanza.



Análisis de la experiencia:

Hazlo, observa y anota.

- \* Toma un lápiz y enrolla el hilo sobre él, dando 10 vueltas o más, de forma tal que no superpongas el hilo, ni dejes espacio entre cada vuelta de hilo.
- \* Cuenta el número de vueltas o espiras que hiciste sobre el lápiz y mide con una regla el ancho de las 10 vueltas juntas, y anótalo.
- \* Con estos datos determina el espesor de la hebra de hilo y explica cómo lo hiciste.

## EXPERIENCIA 5

El reto final

Piensa y anota.

- Si quisieras determinar cuántos kilogramos de porotos caben en una caja grande pero, no hay suficientes porotos para llenarla, pero sí para llenar una caja chica y cuentas con una balanza y una regla, ¿cómo lo harías?

Hazlo, observa y anota.

- \* Llena la caja chica con porotos y determina la masa de porotos que colocaste en ella.
- \* Con la regla, mide las dimensiones de la caja chica y de la caja grande y determina el volumen de cada una.
- \* Con estos datos, determina cuántos kilogramos de porotos caben en la caja grande. Explica cómo lo hiciste.
- Mide tu ingenio, ¿cómo determinarías la cantidad de porotos que cabe en el salón de clases?

La mayoría de los retos que enfrentaste los has tenido que resolver de forma indirecta, es decir, hacer mediciones y luego una o varias operaciones matemáticas y también hacer uso de tu ingenio. Por ejemplo, si se tiene una caja y se desea saber el número de barras de chocolate que cabe en la misma, se debe conocer o determinar el volumen de la barra de chocolate y el de la caja. Posteriormente se plantea la siguiente situación lógica: si una barra de chocolate tiene determinado volumen, entonces en el volumen de la caja cabe tal cantidad de barras. Es decir, se busca la razón que hay entre el volumen de la caja y el volumen de la barra de chocolate. Por ejemplo, si la caja tiene el doble del volumen de la barra de chocolate, entonces caben dos barras de chocolate en la caja; y si la caja tiene el triple del volumen de la barra, entonces caben tres barras y así sucesivamente. Esta forma de plantear el problema se conoce como regla de tres.

Regresa a la pregunta central y contéstala.



Reafirma  
tus  
conocimientos.



Aplica  
tus  
conocimientos.

Cuando en un problema, situación o fenómeno los elementos o variables mantienen una relación de proporcionalidad directa, éste se puede resolver mediante una regla de tres simple. Por ejemplo, si un vestido cuesta \$68,00 y se quiere conocer el costo de 8 de esos vestidos, esto es un caso de proporción directa. Es decir, mientras aumenta la cantidad de vestidos, mayor será lo que se tendrá que pagar y este aumento se da de forma lineal. Si se hace una gráfica en un papel milimetrado del costo total en función del número de vestidos, se obtiene una recta en la cual, al aumentar el número de vestidos también aumenta el costo total. En estos casos la pendiente es positiva, ya que mientras una variable aumenta, la otra también lo hace; y en este ejemplo representa el costo de un vestido. Si se sabe cuánto cuesta un vestido, fácilmente se puede calcular cuánto cuesta cualquier otra cantidad de vestidos de igual precio a éste.

Con base en lo que has aprendido, contesta las siguientes preguntas:

1. Investiga cómo se calcula el volumen de un cilindro y de una esfera.
2. Determina la cantidad de zócalos de 30 cm de largo, necesarios para poner alrededor de un cuarto que tienen de largo y 2m de ancho. Explica.
3. ¿Qué tan lejos está el Sol de la Tierra? La distancia de la Tierra al Sol es de  $1,495 \times 10^8$  m. ¿Cuántas personas de 1,70 m puedes colocar a lo largo de esta distancia?
4. Explica cómo haces para determinar cuántos litros de soda caben en tu salón de clases.
5. Si dejas caer una gota de aceite en el agua, ¿cómo determinas su espesor?
6. Diseña una caja que tenga un volumen de  $2,0 \text{ m}^3$ , de tres formas diferentes. Anota las dimensiones.
7. Aproximadamente, ¿cuántas bolitas de un centímetro de radio caben en un recipiente esférico de 3,0 cm de radio?
8. ¿Cuál será el número máximo de átomos de oxígeno que caben en una caja de  $1,0 \text{ m}^3$ , sabiendo que el radio del átomo de oxígeno es de  $6,6 \times 10^{-11} \text{ m}$  ?
9. ¿Cuántas agujas de 0,1 cm de radio y 2,0 cm de longitud, caben en un recipiente cilíndrico de 6,0 cm de largo y 8,0 cm de diámetro?
10. Un contratista tiene 12 maquinistas trabajando 6 horas diarias y terminan el trabajo en 15 días. ¿En cuántos días harán el mismo trabajo 20 maquinistas que trabajan 9 horas diarias?



Avances  
del  
tema.

## RELACIÓN ENTRE VARIABLES

En la vida diaria hay eventos o fenómenos que se comportan de diferentes formas; entre ellos podemos citar los que se comportan de forma lineal, potencial o exponencial.

Entre los fenómenos de comportamiento lineal están los casos de proporción directa, cuyas predicciones las puedes hacer mediante el uso de una regla de tres o haciendo una gráfica en una hoja milimetrada y encontrando la relación entre las variables.

En los fenómenos o eventos que tienen un comportamiento lineal, al graficar las variables que intervienen en el fenómeno, en una hoja milimetrada, se obtendrá una línea recta y a través de la misma se puede determinar la relación entre las variables.

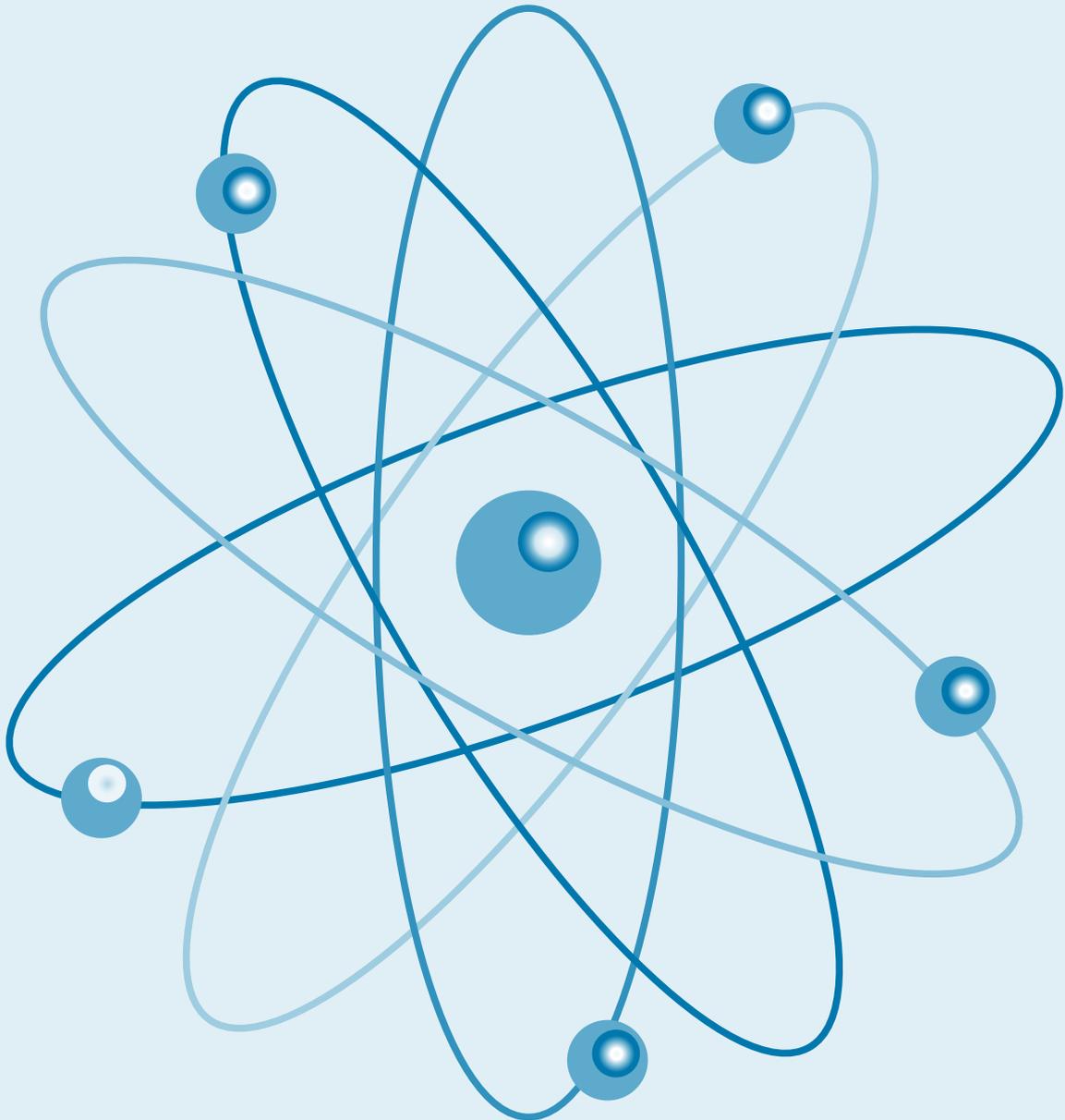
Sin embargo, si se grafica en una hoja milimetrada un fenómeno o evento que no tenga un comportamiento lineal, no resultará una recta y no se podrá obtener la relación entre las variables a partir de dicha gráfica.

Los eventos de comportamiento potencial dan como resultado una recta si se grafican en una hoja doblemente logarítmica y los que tienen un comportamiento exponencial dan una recta si se grafican en una hoja semilogarítmica. Una vez que se tienen las gráficas se podrá determinar la relación entre las variables y cualquier valor de ellas.

Entre los eventos que se comportan de forma exponencial está el crecimiento de las bacterias y el decaimiento radioactivo. Entre los que se comportan de forma potencial está la relación entre la fuerza eléctrica y la distancia de separación entre dos cargas puntuales, así como la relación entre el período de un péndulo y su longitud, entre otros.

# CAPÍTULO 2

Conociendo el mundo que nos rodea



La mayoría de las ideas fundamentales de las ciencias son esencialmente sencillas y, por regla general pueden ser expresadas en un lenguaje comprensible para todos...

Albert Einstein.



¿Sabías que...?

## ¿ES MATERIA TODO LO QUE NOS RODEA?

Todo lo existente consiste en cuerpos y espacio... Y de los cuerpos, algunos son compuestos, mientras que los elementos de los compuestos son átomos e inalterables. Los átomos están en continuo movimiento.

Epicuro.

Los humanos han sentido gran curiosidad por la Naturaleza y de esta curiosidad han nacido innumerables teorías, leyendas y mitos. Los antiguos griegos tenían algunas ideas interesantes acerca de la materia, pero estaban basadas en la especulación y no se verificaban mediante experimentación.

Se creía que sólo existían cuatro elementos fundamentales: aire, tierra, fuego y agua, aunque algunos filósofos como Demócrito, pensaban que la materia estaba formada por partículas pequeñas invisibles llamadas átomos.

En nuestra época el hombre ha seguido preguntándose de qué está compuesta la tierra, el aire, el agua, las plantas, los animales y todo aquello que nos rodea.

Todo esto se puede describir en términos de materia y energía. El agua que bebes, el aire que nos rodea y que inhalamos, las nubes, los árboles, los ríos y los animales que forman parte de la naturaleza son materia; porque materia es todo aquello que tiene masa y ocupa espacio.

Algunas veces la materia la podemos ver y tocar como el agua, los árboles y los animales; pero otras veces esto no ocurre, como es el caso del aire que nos rodea.



Pregunta Central:

En tu alrededor existe una gran variedad de cosas ¿es materia todo lo que nos rodea?

## ACTIVIDAD EXPLORATORIA

Piensa, predice y escribe.

- \* De los siguientes ejemplos presentados en el cuadro 2.1, ¿cuáles son materia? Anota tu explicación.

**Cuadro 2.1**  
Ejemplos para  
identificar como  
materia

Ejemplo	¿Es materia? sí o no	Explicación
Jóvenes 		
Fuego 		
Sonido 		
Viento 		
Vino 		

## EXPERIENCIA 1

¿Son los gases materia?



¿Qué sabes  
del  
tema?



Materiales:

iodo en cristales, frasco  
con tapa y balanza.

Piensa y anota.

- Generalmente se dice «la botella está vacía» cuando no tiene contenido líquido. ¿Es esto correcto? ¿Es el aire materia?

Hazlo, observa y anota.

- \* Coloca unos cristales de iodo en un frasco, tápalo y determina la masa de todo el sistema.
- \* Déjalo sobre la mesa algunos minutos, ¿qué observas? ¿Qué les sucede a los cristales de iodo?
- \* Determina nuevamente la masa del sistema.
- ¿Qué material se encuentra dentro del frasco al iniciar la experiencia? ¿Tiene masa y ocupa espacio? ¿Es materia? ¿Qué evidencias sustentan tu respuesta?
- ¿Qué material se encuentra dentro del frasco después de terminada la experiencia? ¿Tiene masa y ocupa espacio? ¿Es materia? ¿Qué evidencias sustentan tu respuesta?

**Figura 2.1**

En el frasco de la izquierda del iodo está en cristales (estado sólido) y en el frasco de la derecha el iodo está en estado gaseoso.





Análisis  
de la  
experiencia:



¿Qué sabes  
del  
tema?



Materiales:

fósforos o cerillos



Análisis  
de la  
experiencia:

El yodo es un elemento sólido, de color negro violáceo, que en temperatura ambiente se sublima; o sea, que pasa al estado gaseoso sin pasar por el estado líquido. El yodo gaseoso es de color morado o violeta, fácilmente observable y ocupa todo el espacio dentro del recipiente que lo contiene (figura 2.1).

## EXPERIENCIA 2

¿Es materia la llama?

Predice y anota.

- Generalmente la materia sufre transformaciones generando calor o luz, ¿piensas tú que el calor o la luz son materia? Explica.

Hazlo, observa y anota.

- \* Enciende un fósforo y observa la llama que se produce. Atraviésala con un lápiz, ¿qué observas?
- ¿Piensas que la llama ocupa espacio?
- ¿Será materia la llama del fósforo que produce luz y calor?
- ¿Qué evidencias sustentan tu respuesta?

Una condición necesaria para que un cambio químico se dé, (reacción química) es que debe haber un intercambio definido de energía con el medio ambiente. La energía que entra en juego en una reacción química (combustión del fósforo) es casi siempre energía calórica, aunque en muchos casos va acompañada de energía eléctrica o energía lumínica.

La combustión es un proceso de oxidación en el cual el oxígeno atmosférico se combina con la sustancia que se oxida. Este proceso ocurre rápidamente y va acompañado de un gran aumento en la temperatura producto del calor desprendido y muchas veces, de emisión de luz.

Los fósforos o cerillos que frecuentemente empleamos para encender por fricción, comenzaron a usarse en 1827. Su cabeza se fabricaba de fósforo blanco. A causa de la necrosis endémica existente entre los obreros de la fábrica de cerillos, su uso fue prohibido y en su lugar hoy se emplea un sulfuro de fósforo junto con clorato de potasio o dióxido de manganeso. La fricción inflama el sulfuro, que a su vez prende la mezcla en la cabeza del fósforo, de donde el fuego pasa a la madera y da origen a una llama luminosa generadora de calor.

Regresa a la pregunta central y contéstala.



Reafirma  
tus  
conocimientos.



Aplica  
tus  
conocimientos.



Avances  
del  
tema.

Podemos afirmar que toda materia posee algo en común y ese algo es la masa. Si observamos el aire, la madera, los metales, el agua, el polifón, la gasolina, etc., todos poseen masa y también ocupan espacio. Por eso decimos, al aplicar la definición, que ellos son materia. El papel de este libro, la tinta con que se escribió, los colorantes usados en las ilustraciones, el grafito del lápiz, la madera de una casa, el cuero de los zapatos, constituye también materia. Pero, podemos preguntarnos ¿qué son el libro, las ilustraciones, el lápiz, la casa y los zapatos? Reciben el nombre de cuerpos por ser una porción de materia delimitada por una frontera definida, como por ejemplo, el lápiz formado de grafito y madera.

Con base en lo que has aprendido, contesta las siguientes preguntas:

1. ¿Qué diferencia existe entre materia y masa?
2. Dada la siguiente lista:  
a. un pastel                      b. agua de mar                      c. el aire  
¿Cómo podrías distinguir uno del otro?  
¿En qué son semejantes?
3. El astronauta que desciende en la luna, ¿sigue siendo materia? Explica.
4. Diseña una experiencia en la que se demuestre que el aire es materia porque tiene masa y ocupa espacio. Explícala.
5. ¿Cuál de las siguientes entidades no es materia? Explica.  
a. el sonido                      b. el aire                      c. el calor  
d. las nubes                      e. la lluvia                      f. el amor  
g. la luz                      h. las plantas                      i. una botella vacía

## CURIOSIDADES SOBRE EL IODO

El yodo fue descubierto en 1811 por el químico francés Bernard Courtois al tratar algas marinas. En 1814, Gay-Lussac lo reconoció como elemento.

El yodo, conocido también como yodo, no se encuentra en estado elemental. Se encuentra en forma de yoduros en muchos lugares, combinado en pequeñas cantidades: en fuente de aguas minerales, salmueras naturales, aguas salobres de pozos petrolíferos y de gas natural, en el agua del mar, donde es asimilado por las algas pardas, esponjas y peces. Hay yoduro en la glándula tiroides y también se concentra en minerales como el salitre que contiene dietseita  $[7\text{Ca}(\text{IO}_3)_2 \cdot 8 \text{CaCrO}_4]$ ; lautarita  $[\text{Ca}(\text{IO}_3)_2]$ , salesita  $(\text{CuIO}_3)$ , bellingierita  $[\text{Cu}(\text{IO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$ .

Hay muchos métodos para obtener iodo:

- Por reacción del  $\text{Ca}(\text{IO}_3)_2$  con  $\text{SO}_2$
- De salmueras calientes (tanto en aguas salinas como procedentes de instalaciones petrolíferas) acidificadas con ácido clorhídrico y en la que se hace pasar una corriente de cloro para liberar el iodo.
- Por extracción de las cenizas de algas.
- Por reacción de ioduro de potasio con sulfato de cobre con la que se obtiene el iodo ultrapuro.

El iodo es sólido, cristalino, escamoso, de color negro violáceo, con un brillo metálico, y que, a temperatura ambiente, se sublima a gas azul-violeta con olor irritante. En estado líquido es marrón.

El iodo presenta algunas propiedades metálicas; forma compuestos con muchos elementos (excepto gases nobles, azufre y selenio), aunque es menos activo que los otros halógenos, que lo desplazan de los ioduros. Es un oxidante moderado y es bastante soluble en cloroformo, tetracloruro de carbono y disulfuro de carbono, en la que da disoluciones color rosa-violeta.

El color azul de una solución de almidón es característico del complejo iodo-glucosa el cual es ligeramente soluble en agua, a temperatura ambiente.

La primera aplicación práctica del iodo fue en medicina. Hoy se usa como desinfectante de aguas, catalizador en la fabricación de gomas, estabilizador de materiales y en colorantes.

El iodo es un nutriente esencial; se necesitan pequeñas cantidades (0,2 mg/día) para el funcionamiento adecuado de la glándula tiroides, que lo contiene en forma de dos hormonas: tiroxina y triiodotironina, las cuales aumentan el ritmo metabólico y el consumo de oxígeno de las células; su déficit produce bocio.

En cuanto a su uso, el iodo en forma de «tintura», disolución del elemento y del ioduro de potasio en alcohol, constituye uno de los antisépticos caseros más eficaces. Sin embargo, hay que tener cuidado con su uso, pues produce lesiones en la piel y el vapor irrita los ojos y las mucosas. También el iodo se utiliza para obtener iodoformo,  $\text{CHI}_3$ , un polvo amarillo usado como antiséptico. El ioduro de plata se emplea en fotografía. Asimismo se utiliza el iodo para fabricar muchos compuestos orgánicos, como colorantes de anilina.

Uno de sus usos más espectaculares en los últimos años es en la forma del compuesto ioduro de plata que se emplea para sembrar nubes y provocar la lluvia.



¿Sabías que...?



Pregunta Central:



¿Qué sabes del tema?

## ¿DE QUÉ ESTÁN HECHOS LOS MATERIALES?

La materia... una fórmula conveniente para describir lo que sucede donde no está.

Bertrand Russell.

La materia se distingue por su composición y sus propiedades. Hoy día se conoce una gran variedad de materia. Sin embargo, los elementos que constituyen la materia son una cantidad mínima que al combinarse pueden formar una diversidad de materiales con diferente composición, forma, estado, textura, color, dureza, densidad entre otros.

La mayoría de las diversas formas de materia con que coexistimos, como el aire que respiramos, la tierra que pisamos, la medicina que tomamos, el agua que bebemos, no son químicamente puras, ya que generalmente no las encontramos solas o aisladas, sino acompañadas de una diversidad de sustancias.

Sustancia es una forma de materia con propiedades que la distinguen y con una composición constante o definida. Así, por ejemplo, el amoníaco líquido usado en la limpieza contiene como principales componentes al agua y al amoníaco.

La mayor parte de la materia que vemos a nuestro alrededor consiste en una mezcla de diferentes sustancias. Las mezclas son uniones de dos o más sustancias en las que cada una conserva sus propiedades que la identifican. Las diferentes sustancias que forman las mezclas tienen una composición fija, pero, sus proporciones pueden variar. Por ejemplo, podemos tener playas con arena que contiene mucho o poco hierro.

El agua, el amoníaco gaseoso y el hierro son todas sustancias puras, de las cuales el agua y el amoníaco son compuestos y el hierro es un elemento.

¿Cuál es la diferencia entre un elemento y un compuesto?

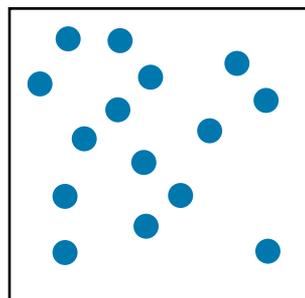
### EXPERIENCIA 1

#### Elementos y Compuestos

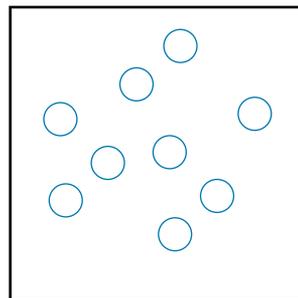
Piensa y anota.

- En las playas encontramos arena y agua, ¿cómo clasificarías éstas últimas: cómo un elemento o un compuesto o una mezcla? Anota tu explicación.

**Figura 2.2**  
Representación gráfica de átomos de un elemento A y de un elemento B



Átomos de un elemento A



Átomos de un elemento B

- \* A continuación, en la figura 2.3, se presentan unos diagramas usando los átomos del elemento A y los átomos del elemento B.

**Figura 2.3**  
Diagramas que representan átomos de elementos y moléculas de elementos y compuestos

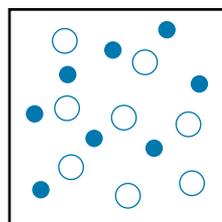


Diagrama 1

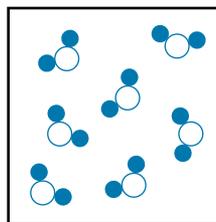


Diagrama 2

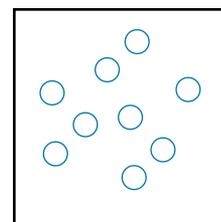


Diagrama 3

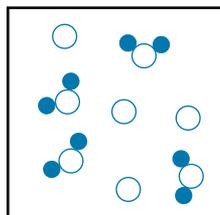


Diagrama 4

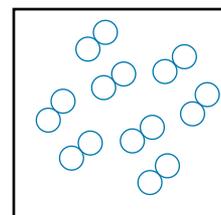


Diagrama 5

Observa los diagramas que se te presentan en la figura 2.3 e identifica:

- \* ¿Cuál/es diagrama/as representa/an un compuesto/os? Explica.
- \* ¿Cuál/es diagrama/as es/son un elemento?
- \* ¿Cuál/es diagrama/as representa/an una mezcla? ¿Cuáles son/son los componentes de la mezcla? Explica. ¿Cuál/es diagrama/as representa/an átomos de un elemento? Explica.
- \* ¿Cuál/es diagrama/as representa/an moléculas de un elemento?
- \* ¿Cuál/es diagrama/as representa/an moléculas de un compuesto?



¿Qué sabes del tema?



Materiales:

bolitas de diferentes colores, goma y vasos plásticos.



Análisis de la experiencia:

## EXPERIENCIA 2

### Construyendo moléculas

Piensa y anota.

- Da un ejemplo de un elemento y de un compuesto que conozcas. ¿Cómo piensas tú que se puede diferenciar un elemento de un compuesto?
- ¿Qué elementos diatómicos y compuestos diatómicos conoces tú? ¿Puedes dar la diferencia entre ambas moléculas?

Hazlo, observa y anota.

- \* Toma algunas bolitas plásticas de diferentes colores. Cada bolita de un color representa un átomo de un elemento. Utilizando las bolitas como átomos de un elemento y la goma para pegarlas representa lo que a continuación se te pide y colócalas en los vasos plásticos:
  1. Un elemento.
  2. Un compuesto.
  3. Un elemento molecular formado por dos átomos iguales (elemento diatómico).
  4. Un compuesto molecular.
  5. Una mezcla de un compuesto diatómico (dos átomos diferentes) y un elemento diatómico.
- \* ¿En que se diferencia un elemento de un compuesto? Explica.
- \* ¿Cuál es la diferencia entre una molécula de un elemento diatómico y una molécula de un compuesto diatómico? Explica.

Las sustancias pueden ser elementos o compuestos. Un elemento es una sustancia que no se puede separar en algo más simple por medios químicos. Cada elemento se compone de un solo tipo de átomo (figura 2.2). Los compuestos, en cambio, se componen de dos o más elementos y por lo tanto están formados de dos o más clases de átomos. Como por ejemplo, el agua es un compuesto, una sustancia formada por átomos de dos o más elementos unidos químicamente en proporciones definidas.

El átomo es la muestra representativa más pequeña de un elemento. La mayor parte de la materia se compone de moléculas e iones, que se forman de los átomos, aunque sólo los gases nobles se encuentran en la naturaleza como átomos aislados. Una molécula es un conjunto de dos o más átomos unidos por enlace químico.



Reafirma  
tus  
conocimientos.

Muchos elementos se encuentran en la naturaleza en forma molecular; es decir, dos o más átomos del mismo tipo enlazados entre sí. El oxígeno que respiramos y que forma parte del aire en un 21 %, consiste en una molécula que contiene dos átomos de oxígeno, su fórmula es  $O_2$ . El subíndice de la fórmula nos indica que hay dos átomos de oxígeno en cada molécula. Una molécula formada por dos átomos se denomina molécula diatómica.

Los compuestos que están formados por moléculas se denominan compuestos moleculares y contienen más de un tipo de átomo. En la molécula de agua hay dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno y se representa con la fórmula  $H_2O$ .

Regresa a la pregunta central y contéstala.

La materia puede clasificarse en dos categorías: sustancias puras y mezclas. Las sustancias puras son elementos o compuestos mientras que las mezclas pueden ser homogéneas o heterogéneas.

Un elemento es un tipo de materia que no puede descomponerse en otras sustancias puras. Hoy día se conocen 113 elementos de los cuales 91 los encontramos en la naturaleza y los demás han sido obtenidos por los científicos a través de reacciones nucleares en los laboratorios. Más del 90% de la corteza terrestre consta de sólo cinco elementos: oxígeno, silicio, aluminio, hierro y calcio; en cambio, sólo tres elementos representan el 90% de la masa del cuerpo humano, oxígeno, carbono e hidrógeno.

Muchos de estos elementos son muy familiares para nosotros ya que por ejemplo, el carbón utilizado en las parrillas al aire libre para asar carne es casi carbono puro. El alambrado eléctrico, las joyas y las tuberías de agua son comúnmente confeccionadas de cobre y elementos metálicos. Otros de estos elementos, como el aluminio, es utilizado en muchos utensilios domésticos. El líquido brillante en los termómetros que tu utilizas es también otro elemento metálico, el mercurio.

Los compuestos son sustancias puras que contienen más de un elemento. El metano, el acetileno y el naftaleno son todos compuestos que contienen carbono e hidrógeno en diferentes proporciones. Las propiedades de los compuestos son muy diferentes de los elementos que ellos contienen. Un compuesto, comúnmente conocido como la sal de cocina, el cloruro de sodio, es un sólido cristalino blanco no reactivo, que está formado por dos elementos, el sodio y el cloro.



Aplica  
tus  
conocimientos.

El sodio es un metal plateado brillante extremadamente reactivo y el cloro es un peligroso gas amarillo verdoso. Al unirse estos dos elementos, en forma de iones, para formar el cloruro de sodio ocurre un gran cambio, una combinación química.

A partir de la teoría atómica de Dalton se puede definir el átomo como la unidad básica de un elemento que puede intervenir en una combinación química. Dalton imaginó un átomo como una partícula extremadamente pequeña e indivisible.

Una molécula puede contener átomos del mismo elemento o átomos de dos o más elementos, siempre en proporción fija y constante. Así, una molécula no es siempre un compuesto, que por definición, está formado por dos o más elementos.

Con base en lo que has aprendido, contesta las siguientes preguntas:

1. Da ejemplos encontrados en la naturaleza de:
  - a. Elemento monoatómico en la corteza terrestre.
  - b. Elemento diatómico que es el mayor componente de la aire.
  - c. Elemento triatómico de la atmósfera.
  - d. Elemento tetraatómico que fácilmente se enciende.
  - e. Compuesto diatómico que es producto de una combustión incompleta.
  - f. Compuesto molecular que representa el 75% de la corteza terrestre.
2. Identifica cuales de los siguientes ejemplos pueden ser clasificados como sustancias puras químicamente:
  - a. agua potable
  - b. oro
  - c. cloruro de sodio
  - d. aire
  - e. fósforo
  - f. amoníaco gaseoso
3. Clasifica como elemento o compuesto las siguientes sustancias:
  - a. plata
  - b. oxígeno
  - c. dióxido de carbono
  - d. cloro
  - e. carbono
  - f. agua
  - g. azufre
  - h. gasolina
  - i. alcohol
  - j. acetona
  - k. almidón
  - l. amoníaco
4. Una sustancia sólida blanca A se calienta intensamente en ausencia de aire y se descompone para formar una nueva sustancia blanca B y un gas C. El gas tiene exactamente las mismas propiedades que el producto que se obtiene cuando se quema carbono con exceso de oxígeno. ¿Cómo podemos clasificar los sólidos A y B y el gas C, cómo elementos o compuestos? Explica.

## 5. PAREO.

Coloca en la columna de la derecha el número que corresponde a la selección correcta en la columna izquierda.

1.  $O_3$  – compuesto molecular
2. HCl – elemento triatómico
3. CO y  $O_2$  – compuesto no molecular
4. NaCl – compuesto diatómico
5.  $CH_3CH_2OH$  – elemento y compuesto molecular

## 6. CRUCIGRAMA.

### Vertical

1. Elemento no muy conocido que ocupa segundo lugar en abundancia en la capa terrestre.
2. Símbolo del elemento que se sublima.
3. Gas de mayor abundancia en el aire.
4. Gas cuya solución se utiliza para la limpieza.
5. Elemento cuyo símbolo se deriva del nombre de un país latinoamericano
8. Símbolo de un elemento radiactivo usado en la cura del cáncer.

### Horizontal

1. Su cloruro es usado como condimento de alimentos.
6. Elemento constituyente de los huesos.
7. Componente principal de la gasolina.
8. Elemento diatómico producido en el proceso de fotosíntesis.

1			2				3
					4		
		5					
6							
7							
8							
9							



Avances  
del  
tema.

## LA RADIOACTIVIDAD Y LAS ESTIMACIONES DE EDADES

Para medir la edad de las piezas arqueológicas, fósiles, yacimientos o la de la Tierra misma, se requiere de un reloj que permita medir el tiempo transcurrido desde cuando se depositaron los minerales en un yacimiento o desde cuando nació la Tierra misma hasta el momento actual.

En ocasiones, estos tiempos sólo son de miles de años, y en otras, de miles de millones de años. El reloj requerido debe variar con el tiempo en una forma muy bien conocida. El decaimiento radiactivo posee precisamente estas características, ya que se puede considerar que decae en forma constante a través del tiempo, en ocasiones, con una vida media relativamente corta como al del carbono-14, de menos de 6000 años, y en otras, con vidas extremadamente largas, como la del uranio 238, de 4500 000 000 de años. La vida media de cada radioisótopo es una constante y se mantiene invariable a través del tiempo.

Para poder utilizar ese reloj se requiere conocer la concentración del material radiactivo cuando se inició el proceso cuya edad se desea estimar. También se requiere conocer la concentración de material radiactivo en el momento actual. Utilizando la vida media del isótopo se puede calcular el tiempo transcurrido. El problema principal en la aplicación de estas técnicas es conocer la concentración inicial del material radiactivo.

Cuanto mayor sea la vida media de un radioisótopo mayor su utilidad para estimar edades de piezas o acontecimientos más antiguos. Los radioisótopos que se utilizan más a menudo para este propósito son el carbono-14, el uranio-238, el uranio-235, el torio-232, el rubidio-87 y el potasio-40.

### EL CARBONO-14

El método del carbono-14 para determinar edades ha sido de gran importancia para encontrar la antigüedad de restos fósiles de animales de diferentes eras biológicas, etc., aunque actualmente se utilizan los isótopos radiactivos de otros elementos con más éxito que éste.

La estimación de edades de materia orgánica utilizando el carbono-14 ha encontrado aplicación en muchos campos, pero las mediciones más espectaculares que se han logrado con este método han sido en muestras arqueológicas. Por otra parte, la vida media relativamente corta de este isótopo radiactivo y varias dificultades técnicas hacen que este reloj sea bueno únicamente para tiempos menores de unos sesenta mil años.

#### ESTIMACIÓN DE EDADES GEOLÓGICAS POR LOS MÉTODOS RADIATIVOS.

Para la medida de edades geológicas, como la edad de ciertos yacimientos o la edad de la Tierra, se utilizan isótopos radiactivos de vidas medias muy largas.

Son muy pocos los átomos radiactivos con vidas medias del orden de la duración de los tiempos geológicos. Los geocronólogos usan principalmente tres relojes, los cuales se caracterizan por su par de átomos: el padre, siempre radiactivo, y el hijo, que puede o no ser radiactivo. Estos métodos son conocidos con los nombres de potasio-argón, rubidio-estroncio y uranio-plomo, en virtud de que el primer isótopo de cada par es el átomo padre, y el segundo su descendiente.

Simple en principio estos métodos para estimar edades deben ser aplicados con muchas precaución. En efecto, se puede calcular la edad por estos métodos si, a partir de la fecha en que se depositó el yacimiento o se formó la Tierra, no ha habido movimiento de los descendientes, ni de los padres del par radiactivo en la muestra; es decir, si no ha habido aporte ni pérdida de los elementos allí presentes.

En esta forma se calculó que la corteza sólida de la Tierra debe haber existido desde hace aproximadamente, cuatro mil quinientos millones de años.

## CLASIFICANDO LA MATERIA: HOMOGÉNEA Y HETEROGÉNEA

Soluciones llenan los océanos, soluciones corren por nuestras venas...

Svante Arrhenius.



¿Sabías  
que...?

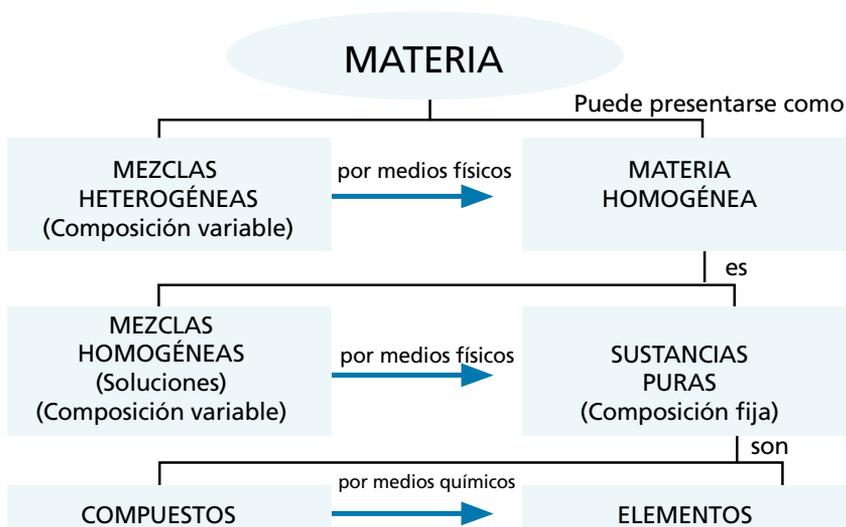
La materia puede presentarse en dos formas distintas: homogénea y heterogénea (Figura 2.4). La homogénea es completamente uniforme; esto es, sus propiedades y composición son idénticas en cualquier punto de la misma. La heterogénea está formada por dos o más porciones diferentes separadas por superficies definidas, a través de las cuales las propiedades cambian bruscamente.

Un material heterogéneo es una mezcla y cada porción homogénea de la misma constituye una fase. Así, por ejemplo, un trozo de granito aparece moteado e incluso a simple vista pueden observarse en él tres clases distintas de cuerpos: la mica, el cuarzo y el feldespato. Cada fase de una mezcla presenta sus propias características y, en general, pueden separarse unas de otras por medios mecánicos o físicos.

Una fase homogénea de composición uniforme y completamente invariable es una sustancia pura, ya sea elemento compuesto, como el azufre, el hierro, la sal y el agua.

Si una fase homogénea tiene composición variable se denominará disolución. Las disoluciones pueden ser sólidas, como las aleaciones, pero la mayoría de ellas son líquidas, como el agua de amonio. También pueden ser disoluciones gaseosas, como por ejemplo el aire.

Figura 2.4  
Clasificación de la  
materia





Pregunta Central:



¿Qué sabes del tema?



Materiales:

Azufre en polvo, limadura de hierro, agua, cloruro de sodio (sal común), policial, vasos chicos e imán.

Si todo lo que nos rodea es materia homogénea o materia heterogénea, como el aire y el oxígeno que respiramos, la tierra que pisamos y el agua que bebemos, (cómo identificarías cuál es materia homogénea y cuál es materia heterogénea) ¿Cómo podrías diferenciar entre materia homogénea y mezcla homogénea?

## EXPERIENCIA 1

Diferenciando una mezcla homogénea de una mezcla heterogénea.

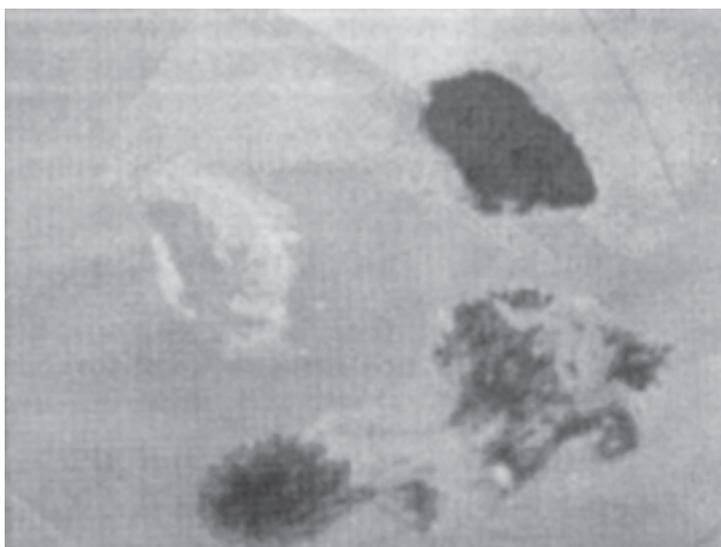
Piensa y anota.

- Si combinas limadura de hierro o hierro en polvo y azufre en polvo, ¿qué tipo de mezcla se forma?
- Ahora, si formas salmuera, que es una mezcla de agua y sal, ¿qué tipo de mezcla obtienes?
- ¿Cuál piensas tú que es la diferencia entre estos dos tipos de mezclas?

Hazlo, observa y anota.

- \* Combina partes iguales de azufre en polvo y limaduras de hierro en un vaso pequeño. Mézclalos bien con la ayuda de un policial. Observa las características de la mezcla.
- \* Pasa un imán pequeño por debajo del vaso que contiene la mezcla. Explica lo que ocurre.
- ¿Qué tipo de mezcla se forma al combinar el azufre y el hierro?
- ¿Cuántas fases observadas en esta mezcla?
- ¿Mantienen los componentes de la mezcla sus propiedades? Explica.
- \* Toma un vaso pequeño y añádele unos mililitros de agua y una pizca de sal. Observa las características de la mezcla.
- ¿Qué tipo de mezcla obtuviste al combinar el agua y la sal?
- ¿Cuántas fases observadas en esta combinación?
- ¿Mantienen los componentes de esta combinación sus propiedades? Explica.
- ¿Cómo se puede diferenciar entre una mezcla homogénea y una heterogénea?

**Figura 2.5**  
Separación de limaduras de hierro por un imán de una mezcla de azufre, sólido de color amarillo, limaduras de hierro, sólido de color gris oscuro



Análisis de la experiencia:

Una mezcla de azufre, sólido quebradizo de color amarillo, y el hierro, sólido de color gris oscuro, puede diferenciarse a simple vista o mediante la lupa o el microscopio, observándose las partículas amarillas de azufre y las gris oscuro de hierro (figura 2.5). el hierro es un elemento que puede ser atraído por un imán y el azufre puede disolverse en disulfuro de carbono.

Una disolución es mezcla homogénea que puede estar formada por uno o más solutos y un disolvente, que es la sustancia de mayor proporción en la mezcla. Comúnmente el disolvente es líquido, como el agua, mientras el soluto puede ser un sólido, un líquido o un gas.

El agua carbonatada es una solución de dióxido de carbono gaseoso, que es el soluto, y agua líquida como disolvente. El mar es otra disolución de agua con cloruro de sodio, el cual es el soluto y es uno de los componentes.



¿Qué sabes del tema?

## EXPERIENCIA 2

Diferenciando entre una materia homogénea y una mezcla homogénea

Piensa y anota.

- Si tienes un frasco de agua de cloro para la limpieza, ¿qué piensas tú que es, un compuesto líquido, una materia homogénea o una disolución? Explica.



### Materiales:

plato caliente, vaso con la mezcla de hierro y azufre, y vaso con la mezcla de agua y sal.



### Análisis de la experiencia:



### Reafirma tus conocimientos.

Hazlo, observa y anota.

- \* Calienta el vaso que contiene la mezcla de hierro y azufre, hasta observar un cambio. Observa lo que ocurre.
- \* Deja enfriar el recipiente y pasa un imán pequeño por debajo de éste.
  - ¿Qué ocurre al pasar nuevamente el imán, después de calentar? ¿Qué te indica esto?
  - ¿Qué le sucede a la mezcla de hierro y azufre? ¿Qué tienes ahora, una materia homogénea o una mezcla homogénea?
- \* Calienta hasta la evaporación total el vaso que contiene la mezcla de agua y sal. Observa lo que ocurre.
  - ¿Qué observaste al calentar el agua con la sal? ¿Podrías explicar por qué este hecho es posible?
  - ¿Qué tienes ahora, materia homogénea o una mezcla homogénea? Explica.
  - ¿Cómo se puede diferenciar entre una materia homogénea y una mezcla homogénea?

Cualquier mezcla, ya sea homogénea o heterogénea, se puede formar y separar en sus componentes puros por medios físicos sin cambiar la identidad de dichos componentes.

Así, la sal se puede separar de la solución acuosa calentando y evaporando la solución hasta la sequedad. Si se condensa el vapor de agua liberado, es posible obtener el componente agua. También se pueden separar los componentes de una mezcla de hierro y arena con un imán que atraerá las virutas de hierro y no así la arena.

Cada uno de los componentes separados mantiene sus propiedades distintivas y su composición constante.

Regresa a la pregunta central y contéstala.

Las mezclas son combinaciones de dos o más sustancias puras, en las que cada una retiene su propia composición y propiedades. La composición de las mezclas puede ser muy distinta. Se pueden hacer un número infinito de mezclas diferentes de bicarbonato de sodio y azúcar con tan sólo variar las cantidades relativas de las dos sustancias utilizadas.

La combinación de alcohol en agua forma mezclas cuya composición puede variar en un intervalo muy amplio. El aire, es una mezcla homogénea de gases, principalmente nitrógeno, oxígeno, argón, dióxido de carbono y vapor de agua.



Aplica  
tus  
conocimientos.

Las disoluciones, que son mezclas homogéneas, tienen composición y propiedades constantes; por ejemplo el aire, libre de partículas materiales o bruma, el agua salada y algunas aleaciones, las cuales son mezclas homogéneas de metales en estado sólido.

Las mezclas se pueden separar por medios físicos, ya que cada componente retiene sus propiedades; por ejemplo, en las salinas se evapora el agua del mar y se queda la sal sólida en canales construidos para tal fin.

Con base en lo que has aprendido, contesta las siguientes preguntas:

1. Señale cómo se puede distinguir entre materia heterogénea y homogénea.
2. Clasifica cada una de las siguientes especies como sustancia pura (materia homogénea) o mezcla; si es mezcla, indica si es homogénea o heterogénea.
  - a. agua de mar
  - b. gas helio
  - c. cloruro de sodio (sal de mesa)
  - d. bebida gaseosa
  - e. leche malteada
  - f. concreto
  - g. arena de playa
  - h. ensalada revuelta
  - i. gasolina.
3. ¿En qué propiedades se diferencian las mezclas, las disoluciones y los compuestos? Da ejemplos.
4. Explica cómo se puede separar una mezcla de arena y agua de mar. ¿Qué tipo de mezclas son? Explica.
5. Sugiere una forma de determinar si un líquido incoloro es agua pura o es una disolución acuosa, sin probarla.
6. Sugiere un método de separar una mezcla de azúcar y harina. Explica.
7. Relacione cada palabra a la izquierda con su definición a la derecha:

a. Homogénea	1. El bloque de construcción básica de la materia.
b. Heterogénea	2. La palabra usada para describir materia que es uniforme en todas sus partes.
c. Mezcla	3. Un tipo de materia en la cual cada parte conserva sus propias propiedades.
d. Compuesto	4. Una combinación química de dos o más elementos.
e. Elemento	5. La palabra usada para describir materia que no es uniforme en todas sus partes.



Avances  
del  
tema.

## MEZCLAS EXPLOSIVAS

¡Cuán grande es el tributo en vidas humanas que han pagado los mineros, con su esforzado y duro trabajo, para extraer el carbón de las entrañas de la tierra! La imprevisible explosión de una bolsa de grisú está al acecho en todo momento y en cualquier lugar.

Pero las explosiones gaseosas, a las que dedicamos estas notas, no se circunscriben únicamente a las minas. Están latentes allí donde exista un gas combustible: cocinas domésticas alimentadas por gas butano, depósitos de combustibles líquidos, en cuya parte superior siempre hay gas producido por evaporación, almacenamiento de gases licuados de petróleo, etc.

Es bien sabido que para que pueda iniciarse una combustión, han de estar presentes, simultáneamente, un combustible gaseoso, un comburente y una fuente de calor que sobrepase una temperatura mínima.

Una explosión de origen cuando, una vez cumplidas las citadas condiciones, la reacción exotérmica que tiene lugar en el punto de inicio de la combustión suministra calor suficiente para que el combustible que rodea ese punto alcance, a su vez, la temperatura de inflamación, a pesar de las pérdidas de calor producidas por conductividad y radiación.

De este todo, la combustión iniciada en un punto se propagará en cadena a la totalidad del combustible, se quemará de forma instantánea y producirá, de golpe, un gran desprendimiento de calor que llevará los humos a una temperatura muy próxima a la teórica de la llama.

Si esta combustión se produce en un recinto cerrado de capacidad constante, como una tubería, un depósito, una vivienda, etc., el aumento de la temperatura de los gases conllevará un incremento de la presión, que puede llegar, en función del tipo de combustible y de su proporción en la mezcla, hasta  $10 \text{ kg/cm}^2$ , lo que, sin duda, hará que revienten las paredes del recinto, produciendo en su honda expansiva, el clásico ruido profundo y seco de las explosiones.

La probabilidad de que estando presentes los tres elementos indispensables, combustible, comburente y fuente de calor, se produzca una explosión, dependerá de la concentración del combustible en la mezcla. Si la concentración es muy baja, el calor liberado por el combustible en el punto de ignición no será suficiente para iniciar la combustión de las moléculas más próximas, por lo que, eliminada la fuente de calor externa, la llama se apagará. En cambio, si la concentración de combustible es muy alta, la combustión iniciada en un punto no podrá progresar por falta de oxígeno y la llama se apagará.

Las fuentes de calor pueden clasificarse en superficies calientes, llamas, chispas, de origen mecánico o de origen eléctrico. Para que cualquiera de ellas sea capaz de provocar una explosión, tiene que suministrar el calor necesario para alcanzar el punto de inflamación del componente de la mezcla más fácilmente inflamable. No basta con que una superficie esté caliente; es necesario que sobrepase una temperatura mínima. Cualquier llama o chispa, de origen mecánico, cumple siempre esa condición.

Y no podemos terminar estas notas sin mencionar, otro tipo de explosiones, que por ser menos frecuentes, no dejan de ser menos violentas. Nos referimos a las explosiones de «polvos combustibles».

El polvo se define como partículas de un sólido dispersas en un gas. El contacto entre ambos medios será tanto mayor sea la superficie de las partículas sólidas, que aumenta rápidamente con su subdivisión. Como ejemplo podemos decir que si pulverizamos un cubo de un cm de arista hasta reducirlo a partículas de una micra de diámetro, su superficie de contacto pasaría de 6 cm<sup>2</sup> a 60 000 cm<sup>2</sup>.

Una dispersión de un polvo combustible de este tipo, en el aire, puede oxidarse instantáneamente ante una fuente de calor, provocando una explosión. Es el caso de las explosiones en silos de almacenamiento de harina, molinos de molturación de cereales o de carbón, etc. estas dispersiones pueden ser especialmente peligrosas en las minas de carbón, donde la presencia de grisú puede ser el detonante de la explosión del polvo, accidente tan frecuente en estas explotaciones.



¿Sabías que...?



Pregunta Central:



¿Qué sabes del tema?

## ¿QUÉ HACE UN MATERIAL DIFERENTE A OTRO?

Pero como he oído decir, no es oro todo lo que reluce

Geoffrey Chaucer.

En la antigüedad, los alquimistas realizaron algunos procesos y prepararon compuestos mediante la destilación como el aguardiente. En aquel entonces, las sustancias las describían empíricamente, y además, las clasificaban por sus propiedades externas o por analogías físicas u organolépticas, tales como el color, olor o sabor... así llegaron a conocerse sales, aceites, espíritus, licores, aguas esenciales, etc.

Cuando dirigimos una mirada al mundo que nos rodea, observamos una gran diversidad de materiales y de especies tanto animales como vegetales, cada una con características propias o innatas. Tenemos materiales de plástico, de metal, de madera, de vidrio, etc. y cada uno con sus propias cualidades. En el caso de las plantas, tenemos algunas que son medicinales, otras ornamentales, otras alimenticias. Entre los animales también tenemos perros de diferentes razas con características que los hacen únicos en la actividad que realizan.

Todas estas cosas varían en cuanto a su forma, masa, color, textura, brillo, densidad y estado físico; es decir, presentan características que los identifican. De igual forma, podemos identificar a una persona de otra, ya que cada una tiene sus rasgos que les son propios; y al mismo tiempo los podemos agrupar de acuerdo con su procedencia, color, sexo, profesión... etc.

Los materiales se pueden identificar unos de otros; ¿cómo se asocian para formar diferentes grupos?

### EXPERIENCIA 1

#### Identificando los materiales

Piensa y anota.

Si cada persona tiene características propias.

- ¿piensas que todos los alumnos de tu escuela actuarían de igual manera, si se toca la campana de incendio? Explica.

Hazlo, observa y anota.

- \* Haz una lista de 10 materiales que tienes a tu alrededor y anótalos en el cuadro 2.2
- \* Coloca en la tercera columna una pequeña descripción de cada material.

**Cuadro 2.2**  
Lista y descripción de materiales

Número	Material	Descripción
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

- ¿Qué hace iguales o diferentes a los materiales que anotaste? Explica.
- ¿Qué aspectos consideraste al hacer las descripciones?
- ¿Cuál de los sentidos utilizaste para hacer las descripciones?  
¿Puedes dar un ejemplo?



Análisis de la experiencia:

A tu alrededor existe una gran variedad de materiales, unos iguales y otros distintos. Así por ejemplo, el agua de mar y el agua que usas para beber tienen características que los identifican a cada uno: ambas son líquidas, pero la primera tiene un olor salobre y un sabor salado, mientras que la segunda no tiene olor, ni sabor.

## EXPERIENCIA 2

### Clasificando los materiales



¿Qué sabes del tema?

Piensa y anota.

- Mira detenidamente a tus compañeros de clase. ¿Podrías mencionar qué los diferencia?
- ¿Podrías asociarlos y formar diferentes grupos, de acuerdo con sus características?



Materiales:

Hazlo, observa y anota.

trozos de carbón, sal común, tiza, aceite de cocina, alcohol comercial, agua de lluvia, azúcar, alambre de cobre y láminas de aluminio.

- \* Dados los siguientes materiales: carbón, sal, tiza, aceite, alcohol, agua de lluvia, azúcar, cobre y aluminio, intenta formar diferentes grupos con ellos. Puedes hacer todas las agrupaciones posibles.
- \* Representa por medio de un diagrama o esquema, todos los grupos formados.
- ¿Qué aspectos consideraste para formar los diferentes grupos? Explica.



Análisis  
de la  
experiencia:

- ¿Con qué nombre se conocen esos criterios utilizados para agrupar?
- ¿Pueden ser utilizados esos mismos criterios para diferenciar otros materiales?
- Clasifícalos como elemento, compuesto o mezcla.

Algunos de los aspectos que se pueden considerar al clasificar los diferentes materiales son: estado físico, color, olor, brillo y tipo de sustancia.

Tomando en cuenta el estado físico, podemos dividirlos en tres grandes grupos: sólidos, como el acero y la madera; líquidos como la acetona y el vinagre; y gaseosos, como el butano y el oxígeno.

Según el tipo de material los podemos clasificar en: elemento; como el potasio y el cobalto; compuesto; como la glicerina y el bicarbonato de sodio; y mezclas como el aire y el cemento.

Todas estas clasificaciones se deben a cualidades o características que identifican a cada material.

Regresa a la pregunta central y contéstala.



Reafirma  
tus  
conocimientos.

Las sustancias se caracterizan por sus propiedades individuales y algunas veces únicos. El estado de agregación, el color, el punto de fusión, el punto de ebullición y la densidad, son propiedades físicas de una sustancia. Una propiedad física se puede medir y observar sin modificar la composición o identidad de la sustancia. Cuando se funde un metal, ha ocurrido un cambio de estado, pero no ha cambiado la composición del metal.

Cuando decimos que la gasolina es combustible, estamos describiendo una propiedad química, porque para observar esta propiedad debe ocurrir un cambio químico. En este caso, observamos la combustión de la gasolina en presencia de oxígeno para formar dióxido de carbono y agua. Se han formado dos sustancias con una composición diferente a la original.

Con base en lo que has aprendido, contesta las siguientes preguntas:

1. Los químicos dividen a los elementos en metales y no metales:
  - Menciona cinco elementos de cada grupo.
  - Menciona tres propiedades que diferencian a los elementos metálicos de los no metálicos.



Aplica  
tus  
conocimientos.

**Cuadro 2.3**  
Clasificación de las muestras del problema 2 según el estado.

2. Clasifica los siguientes materiales tomando en cuenta el estado físico o temperatura ambiente, y completa el cuadro 2.3

Ácido de batería de carro, sortija de plata, butano, jugo de naranja, limaduras de hierro, bolas de alcanfor, neón, mercurio de los termómetros, ozono y manteca.

Sólido	Líquido	Gaseoso

**Cuadro 2.4**  
Clasificación de las muestras del problema 2 en elemento, compuesto o mezcla

3. Utilizando los ejemplos del problema 2 clasifícalos ahora como elemento, compuesto y mezcla y anótalo en el cuadro 2.4

Elemento	Compuesto	Mezcla

4. si tienes tres recipientes y cada uno contiene respectivamente, alcohol etílico, agua de grifo o agua potable y solución de iodo, ¿cómo podrías identificar el contenido de cada recipiente? Explica.

Recuerda que, por seguridad no se deben llevar a la boca las sustancias de laboratorio, especialmente las desconocidas.

5. Para cada uno de los pares de materiales indicados, establece todas las propiedades que consideres que las distinguen entre sí:

- hierro y plata
- agua y gasolina
- goma de mascar y goma de borrar
- hierro y aluminio.

6. Lee la siguiente descripción del elemento iodo e indica cuáles de las propiedades son físicas y cuáles químicas:

- tiene una densidad de 4,93 g/mL
- tiene un color púrpura
- reacciona con el cloro
- tiene un punto de fusión de 113,5°C



Avances  
del  
tema.

## IMPONIENDO NUEVAS MARCAS MUNDIALES

El avance de la química ha contribuido a hacer realidad muchos sueños e ilusiones de la humanidad en un sector de servicios que ha surgido en las sociedades modernas. Se trata de una gran ayuda en campos como el deporte, la moda, la medicina, las artes plásticas, la electrónica, etc.; por mencionar algunas de ellas.

En el mundo del deporte y de la competición en general, existen un buen número de instrumentos y utensilios con los cuales se practican las distintas disciplinas. Los nuevos materiales y herramientas han permitido a los deportistas ser más veloces, precisos y seguros al bajar las marcas. Gracias a estos avances, se registran regularmente marcas mundiales en todas las disciplinas y se imponen cada vez marcas más difíciles de alcanzar. Los investigadores de materiales han asumido el reto de seguir innovando para atender las demandas de los deportistas en sus competiciones.

Un componente común hoy día son los plásticos a base de poliuretanos usados en los instrumentos, o las fibras sintéticas para las prendas del deporte. Algunas de ellas, como el dorlastan, poseen la propiedad de tener elevada resistencia al agua, al sol, al color y al lavado. En caso de lesiones, estas fibras son apreciadas también por sus propiedades terapéuticas en ropaje médico.

No hay que mirar muy lejos para encontrar nuevos materiales, los cuales han superado las propiedades de sus predecesores. En el deporte de balón, el prototipo empleado en los mundiales de fútbol lleva recubrimientos antideformantes y resistentes a los golpes, y se han olvidado los viejos esféricos de cuero que con la humedad aumentaban de peso. Por tanto, mientras exista el reto de ser más rápido, veloz y resistente, los hombres seguirán buscando nuevos materiales para superar cada obstáculo encontrado.

Las próximas décadas traerán muchos cambios en los materiales que hoy usamos, como los que nos sirven para vestir, alojarnos o transportarnos. Se crearán nuevas industrias en la misma forma en que los polímeros condujeron a los tejidos sintéticos, los semiconductores a las computadoras y el fósforo a la televisión. Como vemos, a través de los años el hombre ha invertido una gran cantidad de tiempo y dinero para mejorar las propiedades de los materiales y de las especies animales y vegetales con el fin de tener una vida confortable.

## 2.5



¿Sabías que...?



Pregunta Central:



¿Qué sabes del tema?

## ¿POR QUÉ FLOTAN ALGUNOS MATERIALES?

No está en la naturaleza de las cosas que el hombre realice un descubrimiento súbito e inesperado; la ciencia avanza paso a paso y cada hombre depende del trabajo de sus predecesores.

Sir Ernest Rutherford.

En los ríos, charcos y mares, algunos materiales quedan en la superficie y otros se van al fondo. Lo mismo sucede si tienes dos o más líquidos insolubles entre sí, como el agua y el aceite o cuando ocurre un derrame de petróleo en el océano; en ambos casos, un líquido queda sobre el otro formando dos fases. ¿Podrías predecir la posición de un trozo de metal, un pedazo de plástico, de algunas hojas y piedras, si éstas se colocan en un recipiente con agua?

La relación que hay entre la masa y el volumen determina la posición que pueden tomar los materiales cuando se mezclan. Esta propiedad es muy utilizada, ya que caracteriza a cada material y además, se puede medir fácilmente.

Debemos tener en cuenta que esta propiedad no depende de la cantidad de masa. Esto se debe a que el volumen varía simultáneamente con la masa, de tal manera que la relación masa/volumen permanece constante. Esta es una propiedad intensiva, es decir que no cambia con la cantidad de materia.

¿Qué propiedad es responsable de que los objetos floten?

### EXPERIENCIA 1

Relación masa/volumen

Piensa y anota.

- \* Si colocas en un frasco con agua un cubo de metal por ejemplo aluminio y otro de madera de igual forma y tamaño y un poco de queroseno.
- ¿Cómo quedarían ubicados el agua, el queroseno, la madera y el aluminio dentro del frasco?
- ¿Cuáles quedarían en la superficie y cuáles debajo del agua?
- \* Haz un dibujo representando tu respuesta.



### Materiales:

cubos de madera y de metal del mismo tamaño, aguadegrifo, agua de mar, aceite, frasco, balanza, regla y probeta o cilindro graduado.

### Cuadro 2.5

Masa y volumen de los materiales

### Cuadro 2.6

Relación masa volumen

Hazlo, observa y anota.

- \* Toma el cubo de madera de 2,5 cm de arista y determina su masa. Anota tus resultados en el cuadro 2.5
- \* Repite el procedimiento anterior con un cubo de metal.
- \* Anota tus resultados en el cuadro 2.5
- \* Determina la masa de 5 mL de agua de grifo, 5 mL de agua de mar y de 5 mL de aceite y anota tus resultados en el cuadro 2.5
- \* Diseña un método para determinar el volumen de los cubos de madera y de metal. Determina el volumen de ambos cubos y anota tus resultados en el cuadro 2.5
- Describe los métodos que diseñaste para determinar el volumen de los cubos de madera y de metal.

Material	Masa (g)	Volumen (mL)
madera		
metal		
agua de grifo		
aceite		
agua de mar		

- Los cubos de madera y metal son exactamente iguales, ¿cómo son sus masas? Sustenta tu respuesta.
- Tanto el aceite como el agua de grifo y el agua de mar tienen el mismo volumen, ¿qué puedes decir de sus masas? Explica.
- \* Determina la relación masa/volumen para cada uno de los materiales y anota tus resultados en el cuadro 2.6

Material	Relación masa/volumen
madera	
metal	
agua de grifo	
aceite	
agua de mar	

- ¿Cómo es la relación masa/volumen del agua con respecto a la relación masa/volumen de:
  - el aceite?
  - la madera?
  - el metal?
  - agua de mar o agua salada?
- ¿Cómo es la relación masa/volumen del aceite comparada con la relación masa/volumen de:
  - la madera?
  - el metal?



¿Qué sabes del tema?



Materiales:

frasco con tapa, agua coloreada, aceite y queroseno.

Figura 2.6  
Ubicación del agua, el aceite y el queroseno

- ¿Cómo es la relación masa/volumen de la madera con respecto a la relación masa/volumen del metal?
- ¿Puedes establecer alguna relación entre la ubicación que ocupa el material en un recipiente y la relación masa/volumen de cada material?

## EXPERIENCIA 2

Comparando la relación masa/volumen para diferentes líquidos

Piensa y anota.

- \* Si preparas una vinagreta para una ensalada,
  - ¿por qué el aceite y el vinagre quedan en diferente posición?

Hazlo, observa y anota.

- \* Toma un frasco y coloca en ese orden las siguientes sustancias: 10 mL de agua coloreada, 10 mL de queroseno y 10 mL de aceite (figura 2.6).
  - ¿Qué observas? ¿En qué posición quedó el agua coloreada?



- ¿Cómo es la relación masa/volumen del agua coloreada con respecto a la relación masa/volumen de:
  - el aceite?
  - el queroseno?
- ¿Qué nombre recibe la relación masa/volumen de un material?



¿Qué sabes del tema?



Materiales:

limón verde o huevo, agua de grifo, agua de mar o agua salada y dos frascos iguales

Figura 2.7  
Ubicación del limón en agua de grifo y agua de mar.



Análisis de la experiencia:

## EXPERIENCIA 3

¿Qué sucede con el limón?

Piensa y anota.

- ¿Te has puesto a pensar por qué es más fácil flotar en el mar que en los ríos o piscinas? Explica.

Hazlo, observa y anota.

- \* Toma dos frascos iguales y coloca en uno de ellos agua de grifo y en el otro agua de mar o agua salada, hasta aproximadamente la mitad del frasco
- \* Coloca en cada uno de ellos un limón verde o un huevo como en la figura 2.7.
- ¿Que observas? ¿En qué posición quedó el limón en cada frasco? Explica a qué se debe esto.



Podemos tener un material igual a otro en cuanto a su forma y tamaño, pero esto no significa que sus masas sean iguales, como es el caso del cubo de madera y del cubo de metal. Por otro lado, podemos tener volúmenes iguales de líquidos diferentes, cuyas masas sean diferentes, como lo son el agua de grifo, el agua de mar y el aceite.

Al tener materiales con masas diferentes y volúmenes iguales, la relación masa/volumen es diferente para cada material.

Ahora bien, aquellos materiales con una relación masa/volumen mayor que  $1,0 \text{ g/mL}$  que es la relación masa/volumen del agua, se irán al fondo si los colocas en un recipiente con agua y aquellos cuya relación masa/volumen es menor que  $1,0 \text{ g/mL}$  flotarán en el agua.



¿Qué sabes del tema?



Materiales:

16 cubos de madera o de lego de igual tamaño regla y balanza

Figura 2.8  
Sólidos con diferentes formas

Cuadro 2.7  
Comparando la relación masa/volumen

## EXPERIENCIA 4

Comparando la relación masa/volumen para un mismo material

Piensa y anota.

- \* Si tienes una bolita de masilla y jugando con ella le cambias su forma,
- ¿piensas que la forma o la cantidad de masilla cambiará la relación masa/volumen?

Hazlo, observa y anota.

- \* Determina la masa, el volumen y la relación masa/volumen para un cubo de madera de 2,5 cm de arista. Puedes utilizar el valor calculado en la experiencia 1.
- \* Arma un sólido con ocho cubos de madera o de lego. Pues darle cualquier forma. Figura 2.8



- \* Determina la masa y el volumen del sólido que llamaremos sólido I y a nota tus resultados en el cuadro 2.7
- \* Arma otro sólido, diferente al sólido I, con igual número de cubos de madera y le llamaremos sólido II.
- \* Determina la masa y el volumen del sólido II y anótalos en el cuadro 2.7

Sólido	Masa (g)	Volumen (mL)	Relación m/v
un cubo			
sólido I			
sólido II			



Análisis  
de la  
experiencia:



Reafirma  
tus  
conocimientos.

- ¿Cuáles son las dimensiones de los dos sólidos que construiste con los cubos de madera?
- ¿Cuál es el volumen de cada sólido construido? ¿Son diferentes?
- ¿Varía la masa según la forma de los sólidos construidos? Explica.
- ¿Varía la relación masa/volumen al variar la forma del sólido construido? Explica.
- ¿Es igual o diferente la relación masa/volumen de un cubo con respecto a la relación masa/volumen de los ocho cubos juntos?
- ¿Varía la relación masa/volumen al variar la cantidad de material?

La relación masa/volumen de un determinado material es una propiedad característica del mismo. Si la relación masa/volumen de la madera es de  $0,71 \text{ g/mL}$ , ésta no variará al cambiar su forma o tamaño. Cuando cambiamos la forma y/o cantidad de un material, la relación masa/volumen permanece constante, ya que al variar la cantidad del material, de la misma manera varía el volumen y la masa por lo que la relación masa/volumen no se altera; es decir, para ese mismo material, va a permanecer constante.

Regresa a la pregunta central y contéstala.

La densidad es una propiedad importante de los materiales, no sólo para ayudar a identificar una sustancia, sino también para saber si se encuentra en estado puro, como es el caso del oro, la plata o el cobre que al mezclarse con otros materiales varía su densidad.

La masa material presente en una unidad de volumen se conoce como densidad. Para determinar la densidad son necesarias dos mediciones de la muestra por tratar: su masa y su volumen. La mayoría de las densidades que se reportan en las referencias, son densidades a  $20^\circ\text{C}$ .

A  $4^\circ\text{C}$ , la masa de  $1,0 \text{ mL}$  de agua líquida es de  $1,0 \text{ g}$ . Así la densidad del agua es aproximadamente  $1,0 \text{ g/mL}$ .

Si comparas la densidad del agua con la de otros líquidos como, por ejemplo el aceite de maíz que tiene una densidad de 0,92 g/mL o la de un anticongelante para automóviles con una densidad de 1,11 g/mL, notarás que en el caso del aceite, tenemos que 1,0 ml de aceite de maíz tiene una masa de 0,92 g. Esto significa que un mismo volumen de maíz tiene menos masa que el mismo volumen de agua. Por eso el aceite flota en el agua. El valor de la densidad del anticongelante nos indica que un mismo volumen de anticongelante tiene más masa que el mismo volumen de agua y en este caso se hundirá.

Cuando se congela una determinada cantidad de agua, las moléculas del agua se expanden y ocupan un volumen mayor. Como la masa del agua no varía, pero su volumen aumenta, la relación masa/volumen es menor que 1,0 g/mL y el resultado de esto es que el hielo flota en el agua. Si el hielo tuviera una densidad mayor que el agua líquida y se hundiera hasta el fondo al congelarse, la vida acuática de los ríos, lagos y océanos de algunas regiones de la tierra no podría existir.

Los gases son menos densos que los líquidos y la forma sólida de un material suele ser más densa que su forma líquida, aunque el hielo es una excepción importante.

Un hecho importante de la densidad es que la mayoría de las sustancias se expanden cuando se calientan. Por lo tanto, cuando una cierta masa de una sustancia está caliente, ocupa un volumen, mayor que cuando está fría. La mayoría de las densidades que se reportan en las referencias son densidades a 20°C

Con base en lo que has aprendido, contesta las siguientes preguntas:

1. Dos objetos esféricos tienen exactamente la misma masa. Uno flota en agua, mientras que el otro se hunde, ¿cuál de los dos objetos tiene mayor volumen? Explica tu respuesta.
2. ¿Cómo harías para determinar la densidad de este libro?
3. Si te dan una bolsa que contiene unas pepitas de oro, ¿cómo harías para comprobar que en verdad son de oro sin hacer la tradicional prueba con agua regia (una mezcla de HCl y HNO<sub>3</sub>)?
4. En los derrames e incendios de petróleo, la densidad de éste tiene un papel muy importante para controlar la limpieza de mar. Explica.
5. Si la densidad del plomo es de 11,4 g/mL y la del aluminio es de 2,7 g/mL, contesta lo siguiente:
  - Si tuvieras volúmenes iguales de plomo y aluminio, ¿cuál tendría mayor masa?
  - Si tuvieras masas iguales de plomo y aluminio, ¿cuál tendría mayor volumen?



Aplica  
tus  
conocimientos.



Avances  
del  
tema.

6. Diseña una experiencia para comprobar que la densidad de un material cualquiera que usas a diario, como el hierro, el papel o una roca, es una propiedad intrínseca del material; es decir, no varía con la cantidad.
7. Un sólido flota en cualquier líquido que sea más denso que él. Usando un Manual de Química, encuentra las densidades de las siguientes sustancias: tetracloruro de carbono, n-hexano, benceno y yoduro de metileno. ¿Flotará en esos líquidos una esfera de mármol cuya masa es de 2,00 g y cuyo radio es de 0,56 cm?
8. Si tienes dos rocas con masas de 16,4g y 5,2g, respectivamente, pero con un mismo volumen de 7,1 mL, ¿cuál flotará y cuál se hundirá si las tiras en un río o charca? Explica.
9. Una pieza cúbica de metal de 1,25 cm de lado tiene una masa de 12,011 g. calcula la densidad del metal.
10. ¿En qué se basa el Principio de Arquímedes?

## DENSIDAD RELATIVA

La densidad relativa es un aspecto de la densidad que merece consideración especial. La densidad relativa de la sustancia es la densidad de la sustancia dividida entre la densidad de alguna otra tomada como estándar. Por tanto, la densidad relativa es una herramienta útil para conocer la densidad de un material, ya que nos permite comparar la densidad de una sustancia con relación a un valor estándar.

Por ejemplo, la densidad relativa se utiliza en la fabricación de la cerveza y en la industria vinatera. En esta última se utiliza de dos maneras: la densidad relativa de un lote de jugo de uvas es un indicador del contenido de azúcar y ayuda a los vinateros a decidir cuándo recolectar uvas. Durante la fermentación, la densidad relativa de un lote de vino varía a medida que aumenta la cantidad de alcohol, lo que ayuda al vinatero a decidir cuándo detener la fermentación.

La densidad relativa se utiliza en el campo de la medicina. El valor de la densidad relativa de una orina normal varía de 1,005 y 1,030, según la cantidad de sales y productos de desecho presentes. La orina con un alto contenido de agua tiene un valor cercano a 1,005 y cuando contiene grandes cantidades de sales y productos de desecho tiene un valor cercano a 1,030. Junto con otras observaciones, la densidad relativa de la muestra de orina de un paciente ayuda a los médicos a determinar si algo está funcionando mal en su organismo.

## ¿QUÉ IDENTIFICA LOS ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA?

Convencionalmente existe el color, convencionalmente existe el sabor dulce, convencionalmente existe el sabor amargo, pero en realidad sólo hay átomos y espacio.

Demócrito



¿Sabías que...?

Una primera forma de clasificar la materia es de acuerdo con la fase física o estado de agregación. La materia se presenta en tres fases distintas o estados de agregación que se designan con los nombres de estado sólido, estado líquido y estado gaseoso.

En el estado sólido los cuerpos poseen una forma definida y un volumen propio, independientemente de los otros cuerpos. Los sólidos se caracterizan por su rigidez y porque no fluyen.

En el estado líquido los cuerpos se adaptan a la forma del recipiente que los contiene, con una superficie libre horizontal. Los líquidos pueden fluir, propiedad importante, ya que algunos son considerados líquidos muy móviles; mientras que otros son considerados líquidos muy viscosos. Los líquidos tienen volumen propio y son difíciles de comprimirse.

En el estado gaseoso los cuerpos no tienen forma ni volumen propios, pues llenan totalmente el recipiente en que están contenidos. Los gases son capaces de expandirse infinitamente comprensibles.



Pregunta Central:

Observa la figura 2.9 que presenta una vista de un glaciar sobre el mar, rodeado de una atmósfera húmeda, en donde el agua se presenta en diferentes estados. ¿cómo se diferencian los estados de agregación de la materia? Explica.



**Figura 2.9**  
Témpano de hielo sobre el mar, rodeado de una atmósfera húmeda.



¿Qué sabes del tema?



Materiales:

hielo, agua, tubo de ensayo pequeño con tapa y mechero de alcohol.



¿Qué sabes del tema?



Materiales:

masilla, probeta y dos frascos de diferentes formas.

## EXPERIENCIA 1

¿Tienen forma definida los estados de la materia?

Piensa y anota.

- ¿Te has puesto a pensar que cuando tenemos un gas lo debemos tener en un recipiente cerrado, que un líquido se mantiene dentro de un recipiente que puede estar abierto y que los sólidos no requieren de ningún tipo de recipiente? ¿Puedes explicar a qué se debe esta diferencia entre los tres estados de la materia?

Hazlo, observa y anota.

- \* Coloca un pedazo de hielo sobre la mesa y obsérvalo.
- \* Toma unos 5 mL de agua y añádelos sobre la mesa y observa.
- ¿Qué diferencia observas entre el cubo de hielo y el agua derramada sobre la mesa? Explica.
- \* Toma ahora un tubo de ensayo con tapa y añádele una gota de agua. Obsérvala.
- ¿Qué forma tiene el agua dentro del tubo de ensayo?
- \* Tapa el tubo de ensayo y caliéntalo usando un mechero de alcohol, hasta que desaparezca completamente la gota de agua.
- ¿Qué forma toma el vapor de agua dentro del tubo de ensayo? ¿Ocupa todo el recipiente?
- ¿Tienen todos los estados de agregación de la materia forma definida? Explica.

## EXPERIENCIA 2

¿Tienen volumen definido todos los estados de la materia?

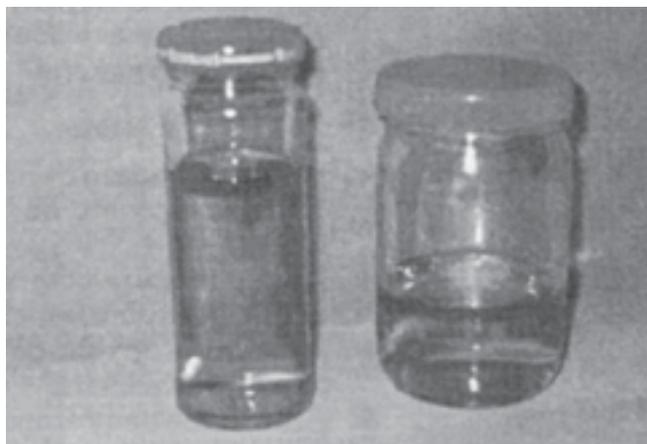
Piensa y anota.

- ¿Puedes explicar por qué puedes medir directamente un líquido en una probeta y un sólido por sus dimensiones, pero un gas debes medirlo por desplazamiento de agua dentro de un recipiente cerrado?

Hazlo, observa y anota.

- \* Toma un pedazo de masilla y haz una esfera con ella.
- ¿Cómo puedes determinar el volumen de la esfera de masilla? Hazlo.
- \* Dale forma de tortilla a la esfera de masilla.
- ¿Cambia el volumen de la masilla al tomar forma de tortilla?
- \* Introduce en una probeta con agua la esfera de masilla y determina el volumen de agua desplazado. Repite la experiencia, pero con la tortilla de masilla.

Figura 2.10  
Frascos de formas  
diferentes



Frasco largo      Frasco ancho



Análisis  
de la  
experiencia:



¿Qué sabes  
del  
tema?



Materiales:

una botella  
destapada sin  
contenido, recipiente  
profundo con agua y  
jeringuillas

- ¿Encontraste alguna diferencia entre ambos volúmenes?
- ¿Tienen los sólidos volumen definido?
- \* Toma un frasco o vaso largo (figura 2.10) y añádele agua hasta la mitad. Transfiere el agua al frasco ancho (figura 2.10) sin derramarla.
- ¿Cambia el volumen del agua al cambiar el recipiente?
- ¿Tienen los líquidos volumen definido?

El gas, también llamado vapor, no tiene volumen ni forma fijos; más bien, se ajusta al volumen y a la forma de su recipiente. Podemos comprimir un gas de modo que ocupe un volumen más pequeño o expandirlo para que ocupe uno mayor. Un líquido tiene un volumen definido independientemente de su recipiente, pero no tiene forma específica; toma la forma de la porción del recipiente que ocupa. Un sólido tiene forma y volumen definidos, es rígido.

### EXPERIENCIA 3

¿Tienen volumen definido y pueden ser comprimidos los gases?

Piensa y anota.

- Algunas veces entras al aula de clase, no ha llegado ningún alumno y señalas que está vacío. ¿Es correcto decir esto? Explica.

Hazlo, observa y anota.

- \* Toma una botella sin contenido, destapada, y trata de introducirla dentro de un recipiente profundo con agua, boca a bajo.
- \* Ahora voltea la botella dentro del agua. Observa.
- ¿Pudiste introducir la botella invertida dentro del agua?



Análisis  
de la  
experiencia:



Reafirma  
tus  
conocimientos.

- ¿Qué ocurrió al voltear la botella dentro del agua?
- ¿Podemos afirmar que la botella estaba «vacía»?
- ¿Tienen volumen y pueden ser comprimidos los gases?
- \* Toma una jeringuilla y llénala de aire halando el émbolo.
- \* Tapa o sella el extremo abierto de la jeringuilla.
- \* Ahora empuja el émbolo de la jeringuilla. ¿Qué ocurre?
- \* Suelta el émbolo de la jeringuilla. ¿Qué ocurre?
- \* Repite la experiencia usando agua.
- ¿Se pudo reducir el volumen del aire dentro de la jeringuilla? ¿A qué se debe este fenómeno?
- ¿Se pudo reducir el volumen de agua dentro de la jeringuilla?
- ¿Qué observaste al soltar el émbolo de la jeringuilla que contenía aire? ¿A qué se debe este fenómeno?
- ¿Pueden ser comprimidos los gases?
- ¿Pueden ser comprimidos los líquidos?
- ¿Tienen los gases volumen definido y pueden ser comprimidos? Explica.

Si agregamos cierta cantidad de gas en un recipiente cerrado, como una jeringuilla, el gas ocupará todo el espacio del recipiente. Si hacemos presión sobre la masa de aire al empujar el émbolo de la jeringuilla, observamos que se comprime el gas de modo que ocupa un volumen más pequeño. También podemos expandirlo para ocupar un volumen mayor al disminuir la presión sobre la masa de gas; como ocurre al soltar el émbolo de la jeringuilla.

Regresa a la pregunta central y contéstala.

Las propiedades de los estados pueden entenderse a nivel molecular.

En un gas, las moléculas están muy separadas y se mueven a alta velocidad, chocando repetidamente entre sí y contra las paredes del recipiente. En un líquido, las moléculas están empaçadas más cerca unas de otras, pero aún se mueven rápidamente, pueden deslizarse firmemente sujetas unas a otras, usualmente en patrones definidos. Las moléculas apenas pueden moverse en sus posiciones y por esto los sólidos tienen forma rígida.

En un gas las fuerzas intermoleculares son débiles, por lo que las moléculas del gas no se unen unas a otras, sino que se encuentran separadas. Por esta razón, un gas no tiene una forma ni volumen definidos, sino que adopta la forma del recipiente que lo contiene y ocupa todo su volumen. Además puede ser comprimido.



Aplica  
tus  
conocimientos.

En un líquido las fuerzas intermoleculares son bastante intensas como para impedir que las partículas que forman el líquido se separen, pero la fuerza no es suficiente para mantenerlas fijas. Por esta razón, los líquidos tienen volumen definido, pero toman la forma del recipiente en el que se ubican.

En los sólidos las fuerzas intermoleculares son muy intensas, por lo que sus moléculas están ordenadas espacialmente, casi fijas en unas posiciones. Por esta razón, tienen un volumen y una forma determinadas difíciles de ser modificadas.

Con base en lo que has aprendido, contesta las siguientes preguntas:

1. Explica por qué:
  - a. Puede comprimir un gas y no un sólido.
  - b. Líquidos como el agua y el mercurio forman gotas.
  - c. Si transfieres un líquido de un recipiente a otro el volumen se conserva, pero no así con los gases.
  - d. Las mezclas de gases, como en el aire, forman soluciones.
  - e. Si colocas un embudo en boca de una botella de tal manera que la tapa completamente, éste se llena al tratar de añadirle un líquido por el embudo, como aceite, gasolina, alcohol o agua y no entra el líquido a la botella aunque no esté llena.
2. Identifica cada una de las siguientes sustancias como gas, líquido o sólido en condiciones ordinarias de temperatura y presión.

a. oxígeno	b. amoníaco	c. mercurio
d. dióxido de carbono	e. helio	f. cobre
g. alcohol isopropílico	h. cloro	
i. cloruro de sodio (sal de mesa)		
j. bicarbonato de sodio (polvo de hornear)		
3. Indica el estado de la materia, gas, líquido o sólido para cada uno de los componentes de las siguientes mezclas, en condiciones ordinarias de temperatura y presión:

a. el mar	b. el aire	c. la plata esterlina
d. un humo negro	e. la neblina	
f. una bebida gaseosa	g. un alcohol al 70%	
4. Explica sobre la base de un nivel molecular, cada una de las siguientes propiedades de los líquidos.

a. no tienen forma definida	b. volumen definido
c. incomprensibilidad	
5. Explica sobre la base de un nivel molecular, cada una de las siguientes propiedades de los sólidos:

a. forma definida	b. volumen definido
c. incomprensibilidad	



Avances  
del  
tema.

6. Di si cada una de las siguientes declaraciones se refieren a un sólido, un líquido o un gas;
  - a. tiene volumen definido, pero no forma definida
  - b. no tiene volumen ni forma definidas
  - c. tiene volumen y forma definidas.
7. Explica si es verdadero o falso: todos los sólidos, líquidos y gases tienen volumen definido.
8. Una casa calentada mediante un sistema de aire caliente forzado tiene aire que está muy seco. ¿Cómo podría remediarse esta situación?
9. Describe una experiencia que tú puedas dirigir para demostrar que las moléculas de un líquido están en movimiento constante.
10. Explica lo que les sucede a las moléculas de agua a medida que pasa de sólido (hielo) al líquido (agua) a gas (vapor).
11. ¿Se mueven los átomos y las moléculas en los sólidos? Explica.

## HUMEDAD RELATIVA

El agua es la única sustancia que existe a temperaturas ordinarias en los estados sólido, líquido y gaseoso. Como sólido o hielo se encuentra en los glaciares y los casquetes polares, así como en las superficies de agua en invierno; también en forma de nieve, granizo y escarcha, y en las nubes formadas por cristales de hielo. Existen en estado líquido en las nubes de lluvia formadas por gotas de agua, y en forma de rocío en la vegetación. Además, cubre las tres cuartas partes de la superficie terrestre en forma de pantanos, lagos, ríos, mares y océanos. Como gas, o vapor de agua, existe en forma de niebla, vapor y nubes. El vapor atmosférico se mide en términos de humedad relativa, que es la relación de la cantidad de vapor de agua en el aire a una temperatura dada respecto a la máxima cantidad que puede contener a esa temperatura.

Humedad es la medida del contenido de agua en la atmósfera. La atmósfera contiene siempre algo de agua en forma de vapor. La cantidad máxima de vapor depende de la temperatura; crece al aumentar ésta. Cuando la atmósfera está saturada de agua, el nivel de incomodidad es alto ya que la transpiración (evaporación del sudor corporal con resultado refrescante) se hace imposible.

El peso del vapor de agua contenido en un volumen de aire se conoce como humedad absoluta y se expresa en kilogramo de agua por kilogramo de aire seco. Los científicos se refieren a estas medidas con gramos de vapor de agua por metro cúbico. La humedad relativa, dada en los informes meteorológicos, es la razón entre el contenido efectivo de vapor en la atmósfera y la cantidad de vapor que saturaría el aire a la misma temperatura.

Si la temperatura atmosférica aumenta y no se producen cambios en el contenido de vapor, la humedad absoluta no varía mientras que la relativa disminuye. Una caída de la temperatura incrementa la humedad relativa produciendo rocío.

La humedad se mide con un hidrómetro. El índice de temperatura-humedad (índice T-H, también llamado índice de incomodidad) expresa con un valor numérico la relación entre la temperatura y la humedad como medida de la comodidad o de la incomodidad. Se calcula sumando 40 al 72% de la suma de las temperaturas en un termómetro seco y en otro húmedo. Por ejemplo, si la temperatura en el termómetro seco es de 30°C y en el húmedo es de 20°C, el índice T-H será de 76. Cuando el valor es de 70, la mayoría de la gente está cómoda; si el índice es de 75, el ambiente se hace más incómodo.



¿Sabías que...?

## ¿TRANSFORMACIONES FÍSICAS DE LA MATERIA?

La materia... una fórmula conveniente para describir lo que sucede donde no está.

Bertrand Russell.

La madera y el carbón arden, el agua se evapora y se condensa, el hierro se funde, la leche se cuaja, los seres vivos se descomponen. Toda la materia se transforma continuamente.

El cambio es una constante manifestación de la naturaleza. Los cambios que experimentan las sustancias son de dos clases: físicos y químicos. Un cambio físico modifica algunas de las propiedades de la sustancia, pero sin que se forme una nueva sustancia.

Si se electriza un pedazo de cobre, se imanta un trozo de hierro, se calienta una cierta masa de azufre o se comprime un volumen determinado de cloro, las propiedades físicas de estas sustancias varían tan sólo en lo que respecta a la modificación producida, pero las propiedades químicas de estas sustancias permanecen inalterables; ha ocurrido en cada caso un cambio físico.

Si se llega a fundir un trozo de hierro o si el nitrógeno se licúa, las propiedades físicas cambian totalmente, pero el comportamiento químico del hierro y del nitrógeno líquido es el mismo que el del hierro sólido o el nitrógeno gaseoso, por lo que en ambos procesos hay un cambio físico que afecta únicamente el estado de agregación del hierro y del nitrógeno.

Los cambios físicos ocurren cuando hay cambio de forma, tamaño o estado de agregación de la materia.



Pregunta Central:

Has observado que se secan los platos y vasos después de lavarlos y que cuando tomas una bebida bien fría con hielo se humedece la parte exterior del vaso. ¿Qué clase de cambio ha sucedido en estos fenómenos? Explica.

### ACTIVIDAD EXPLORATORIA

Piensa, predice y anota.

- A diario encontramos que están ocurriendo algunos fenómenos. ¿Has tratado de encontrar explicación de por qué ocurren esos fenómenos?
- En el cuadro 2.8 te listamos algunos fenómenos para que les des una explicación de por qué ocurren.

Cuadro 2.8  
Fenómenos comunes

Fenómenos	Pregunta	Predicción sobre el fenómeno	Explicación después de la experiencia
 Se humedece un vaso con hielo.	¿De dónde procede el agua que humedece el exterior del vaso?		
 Se forman gotas en el interior de las tapas de las ollas cuando se calienta agua?	¿Por qué se forman gotas en el interior de las tapas de las ollas cuando se calienta agua?		
 Se secan los platos al lavarlos	¿Por qué se secan los platos y tazas mojados que se acaban de fregar y puestos a secar?		



¿Qué sabes del tema?



Materiales:

vidrio de reloj, alcohol, acetona, gotero y agua.

## EXPERIENCIA 1

### Vaporización de algunas sustancias

Piensa y anota.

- Después de haber caído una lluvia torrencial, las calles quedan llenas de agua, pero después de algunas horas el pavimento está completamente seco. ¿Qué piensas tú que ha ocurrido? Explica.

Hazlo, observa y anota.

- \* Toma tres vidrios de reloj u otro recipiente de vidrio y agrégale al primero dos gotas de agua, al segundo dos gotas de alcohol y al tercero dos gotas de acetona.
- \* Déjalo reposar por unos 15 minutos y observa lo que sucede.
- ¿Qué se observa en cada vidrio de reloj a medida que va a transcurriendo el tiempo? Explica.
- ¿Qué le sucede a los líquidos que colocaste sobre los diferentes vidrios de reloj? ¿Se forman nuevas sustancias? Explica.
- ¿Cómo se llama este fenómeno?
- ¿Cuál fue el cambio ocurrido durante el fenómeno observado?



Análisis  
de la  
experiencia:



¿Qué sabes  
del  
tema?



Materiales:

frasco de vidrio con  
tapa, hielo, agua  
coloreada, jugo de  
frutas y gaseosa o  
soda.



Análisis  
de la  
experiencia:

Cuando las moléculas de un líquido tienen suficiente energía para escapar de la superficie ocurre un cambio de fase. En cuanto las moléculas dejan el líquido pasan a una fase de vapor. La evaporación o vaporización, es el proceso que ocurre en la superficie de los líquidos y consiste en el paso de un líquido a vapor. Por ejemplo, si dejamos un vaso con agua destapado durante varios días se evapora. En general, todo estado de la materia puede cambiar a cualquiera de los otros dos estados y se identifica como un cambio físico, ya que sólo cambia una propiedad física de ésta, sin que haya alteración de la composición.

## EXPERIENCIA 2

¿Por qué se humedecen algunos materiales que están a bajas temperaturas?

Piensa y anota.

- Cuando comienza a llover y estás viajando en un carro o autobús que no tiene aire acondicionado, cierras las ventanas y observas que se empañan los vidrios. ¿Qué explicación le das a este fenómeno?

Hazlo, observa y anota.

- \* Toma un frasco de vidrio con tapa, añade cualquiera de los siguientes líquidos: agua coloreada, una gaseosa o un jugo de frutas hasta la mitad y algunos cubos de hielo, hasta llenar el frasco.
- \* Déjalo reposar por algunos minutos y observa las paredes del recipiente.
- ¿Sabes de dónde proviene el líquido que se encuentra en las paredes?
- ¿A qué se debe que se humedezcan las paredes del frasco?
- ¿Cómo se llama este fenómeno?
- ¿Hubo formación de nueva sustancia? Explica.
- ¿Cuál fue el cambio ocurrido durante el fenómeno observado?

Cuando una sustancia que se encuentra en estado gaseoso, como el vapor de agua que encontramos en el aire, sufre un enfriamiento, se condensa y pasa a estado líquido. El cambio de vapor a líquido se llama condensación. Por ejemplo, las nubes que son aglomeración de vapor, al condensarse, se convierten en agua líquida, que cae con lluvia.



Reafirma  
tus  
conocimientos.

En ciertas condiciones, determinadas sustancias pueden encontrarse simultáneamente en los tres estados, tal como el agua, que puede coexistir como hielo (estado sólido), agua (estado líquido) y vapor de agua (estado gaseoso). Es la misma sustancia con una propiedad física diferente, por lo que podemos inferir que al variar el estado, sólo se obtiene un cambio físico o cambio en una propiedad física.

Regresa a la pregunta central y contéstala.

Los cambios de fase o la transformación de una fase a otra, ocurren en general, cuando se agrega o se quita energía, en forma de calor. Los cambios de fase son cambios físicos que se caracterizan por cambios en el orden molecular; las moléculas en la fase sólida tienen el mayor ordenamiento y en la fase gaseosa tiene el mayor desorden.

Por ejemplo, se necesita energía para fundir un sólido. Hay que vencer las fuerzas de atracción, que mantienen a las moléculas del sólido ordenadas, para formar un líquido. Por lo mismo, la vaporización requiere energía ya que hay que vencer las fuerzas de atracción que mantiene a las moléculas juntas en el líquido para formar el gas.

Después de habernos bañado en un río, playa o piscina, el agua que se evapora de nuestra piel extrae calor de nuestro cuerpo haciendo que se enfríe. Esto hace evidente que la evaporación va acompañada de un efecto de enfriamiento. También lo observamos cuando sudamos en un día caliente o cuando hacemos ejercicio: al evaporarse el sudor mantiene frío nuestro cuerpo.

Los refrigeradores también utilizan el efecto de enfriamiento que acompaña a la vaporización. Su mecanismo contiene un gas encerrado, como freon-12 ( $\text{CCl}_2\text{F}_2$ ) que se puede licuar a baja presión. El freon absorbe calor al evaporarse, y se enfría el interior del refrigerador. Luego el vapor de freon pasa a un compresor, donde vuelve a licuarse.

La disminución de la temperatura de un gas se debe a una disminución de la energía cinética promedio de las moléculas. A medida que se elimina calor del gas, las fuerzas de atracción causan que ocurra la condensación. Por ejemplo, cuando el vapor de agua se pone en contacto con una superficie fría, hay una transferencia de calor del gas hacia la superficie menos caliente (fría), y se produce una disminución de temperatura del gas que se va a condensar sobre la superficie fría.



Aplica  
tus  
conocimientos.

La fusión, vaporización y sublimación son cambios que requieren energía (procesos endotérmicos). Los cambios inversos, congelación, condensación y deposición, desprenden energía (procesos exotérmicos).

Es por ello que el vapor de agua puede causar quemaduras graves. Cuando el vapor entra en contacto con la piel, se condensa y libera una cantidad considerable de calor.

Con base en lo que has aprendido, contesta las siguientes preguntas:

1. Di si los siguientes cambios son físicos o químicos y por qué:
  - a. fusión de estaño
  - b. herrumbre del hierro
  - c. rotura de una piedra
  - d. papel desmenuzado
  - e. formación de nubes
  - f. leche agria
  - g. formación de rocío sobre el pasto
  - h. azúcar disuelta en agua.
2. Identifica la diferencia entre cambio físico y cambio químico y dé dos ejemplos específicos de cada uno.
3. ¿Por qué un aumento de temperatura puede hacer que una sustancia cambie sucesivamente de sólido a líquido y de líquido a gas?
4. Da el nombre de un líquido que se evapora lentamente.
5. Cuando el hielo seco, dióxido de carbono sólido, se coloca en un vaso de laboratorio con agua, se observa un burbujeo vigoroso y un vapor blanco escapa del vaso. Explique qué está sucediendo.
6. Si tienes una botella de alcohol para flotar en el estanque y se te olvida colocarle la tapa a la botella. ¿Qué le sucede al alcohol de la botella?
7. Identifica el cambio de fase que ocurre cuando:
  - a. el vapor de bromo se convierte en bromo líquido al enfriarse;
  - b. las bolitas de naftalina guardadas en un cajón se hacen cada vez más pequeñas;
  - c. el alcohol para fricciones desaparece gradualmente en un recipiente abierto;
  - d. la lava fundida de un volcán se convierte en una roca sólida;
  - e. se coloca un vaso lleno de hielo sobre una mesa;
  - f. se forma una nube al abrir la puerta del congelador;
  - g. se derrama acetona sobre la mesa y se seca inmediatamente.
8. Conforme un líquido se evapora de un recipiente, la temperatura del líquido restante disminuye. Da una posible explicación para eso.
9. ¿Por qué se puede bajar la fiebre a una persona friccionándola o bañándola con agua? ¿Qué cambio se produce? Explica.



Avances  
del  
tema.

10. ¿Por qué al subir mojado de la piscina nos da frío? ¿Qué es lo que ocurre? ¿Qué cambio de fase se produce?

## LAS PRECIPITACIONES ATMOSFÉRICAS Y EL CICLO DEL AGUA

El aire atmosférico nunca está completamente seco, sino que presenta cierta proporción de agua en forma de vapor que proviene, principalmente, del agua de los océanos, tan abundante en la superficie del planeta.

La humedad del aire es muy variable de un punto a otro de la Tierra. Alcanza el máximo sobre la porción ecuatorial de los océanos, y el mínimo sobre los desiertos, en donde el agua falta casi por completo. Los vientos que remueven la masa atmosférica mezclan las capas secas con las húmedas llevado este vapor lejos de los lugares de origen y formando las masas de aire.

El agua sube a la atmósfera debido al fenómeno de la evaporación, que es más intensa mientras más lo sea la temperatura y la agitación del aire. Así, las regiones ecuatoriales de los océanos evaporan al año una masa de agua de unos dos metros de espesor. En el Mediterráneo, que está sometido a una intensa radiación, se evapora un metro y medio de agua en el mismo tiempo. En cambio, en las latitudes altas la cantidad decrece mucho hasta alcanzar un índice muy pequeño de evaporación en las aguas frías próximas a los polos. Se ha calculado que un promedio de 10 billones de toneladas (9 072 billones de kg) de vapor de agua se mueve en la atmósfera por acción del viento; un billón (907,2 billón de kg) cae a la tierra todos los días, y del océano se evapora por acción del Sol otro billón (907,2 billón de kg) diariamente, el cual pasa a la atmósfera. Por lo tanto, la atmósfera es un gran depósito de vapor de agua y su período de renovación es de 10 días.

La evaporación disminuye la temperatura de la superficie del agua ya que absorbe gran cantidad de la energía del Sol. Eso regula el equilibrio térmico de los océanos. Asimismo, la evaporación tiene un efecto importante sobre la salinidad de los mares, ya que tiende a concentrar las sales que en ellos existen; es decir, incrementa la salinidad, contrarrestando la acción de las precipitaciones pluviales que diluyen las sales del agua próximas a la superficie del mar, disminuyendo la salinidad. Por tanto, se va a establecer un equilibrio entre la temperatura, la evaporación y la precipitación que permite que la salinidad aumente o disminuya según las condiciones existentes en la atmósfera y el océano.

También la evaporación es importante, por ser la fuente de la mayor cantidad del agua dulce de la Tierra, ya que el agua regresa a la superficie del planeta y a los océanos al precipitarse el vapor en forma de lluvia.

La evaporación es directamente proporcional a la temperatura y a la velocidad del viento, ya que al aumentar estos factores también es inversamente proporcional al contenido de vapor de agua y a la salinidad de la evaporación, debido a que cuando el vapor de agua y la salinidad son altos la evaporación disminuye.

Si en su movimiento ascendente las masas de aire cargadas de vapor de agua se encuentran con otras sólo de aire, el vapor se condensa y forman nubes, haciéndose visible.

Las nubes están formadas por la concentración de gotas de agua o de cristales de hielo que se encuentran suspendidos en la atmósfera como consecuencia de la condensación del vapor de agua contenido en el aire. Debido al enfriamiento de este último.

En estas nubes se originan los movimientos violentos producidos por los torbellinos y las fuertes descargas eléctricas que se forman por una diferencia grande de potencial eléctrico entre una nube y el suelo, entre dos nubes, o entre dos partes de una misma nube. Estos cúmulos-nimbos acumulan enormes cargas, con energía eléctrica que al llegar al suelo provocan descargas que originan corrientes eléctricas de cientos de miles de amperios.

Otro tipo de condensación de las masas de aire saturadas de vapor de agua se presenta en la niebla, que se forma cuando estas masas hacen contacto con el suelo o con la superficie del mar, generalmente en los días cálidos de verano donde al llegar la noche, el enfriamiento de la atmósfera produce la niebla. En ciertas regiones es más frecuente este fenómeno, y a veces la niebla es tan intensa que se pierde la visibilidad a centímetros de distancia.

Al aumentar el vapor su volumen en la atmósfera, las gotas de agua incrementan su peso, provocando lluvia; cuando este peso se hace mayor, se intensifica la lluvia y puede transformarse en una tormenta.

La frecuencia e intensidad de las lluvias son variables en las diferentes regiones de la Tierra y cambian de acuerdo con la evaporación y con la latitud; pero se ha calculado que se produce una precipitación promedio de 89,7 centímetros por año.

El diámetro de las gotas de agua oscila entre una décima de milímetro y 5 milímetros, siendo el diámetro medio de 2 milímetros. La duración de la lluvia es más breve si es mayor el tamaño de las gotas, como ocurre en los chaparrones o aguaceros.

El vapor de agua atmosférico condensado cae en diferentes formas, ya sea nieve o granizo, dependiendo de las condiciones locales. La nieve aparece cuando las masas de aire cargadas de vapor de agua se encuentran con otras cuya temperatura es inferior a 0°C, entonces, el agua se cristaliza y forma las «estrellitas de la nieve», que durante su caída pueden aglomerarse y formar los copos de nieve, con diverso grado de dureza y tamaño.

Cuando los rayos solares inciden sobre las gotas de agua que se encuentran en la atmósfera, la luz se refracta y se descompone en los colores que la forman dando origen al espectro que se observa en forma de un arco de siete colores, llamado arco iris.

El agua cae sobre el mar y sobre la tierra; cuando lo hace en el mar retorna enseguida a su punto de partida; cuando cae en la tierra, ha de seguir caminos muy distintos hasta reintegrarse a él, estableciendo el llamado ciclo hidrológico.

Una parte del agua que se precipita sobre la tierra corre por la superficie de ésta, se concentra en arroyuelos y luego en ríos que erosionan y disuelven los materiales que se encuentran a su paso que la llevan, por último, al mar.

## ¿CÓMO SE ALTERAN LAS PROPIEDADES CUANDO SE CALIENTA O ENFRÍA UN MATERIAL?

Porque el mundo fue construido ordenadamente y los átomos se mueven en armonía...

Ralph Waldo Emerson



¿Sabías que...?

La materia puede sufrir diversos cambios, algunos productos de agentes externos, como el aumento o disminución en la temperatura y el paso de la corriente eléctrica, o por la adición o combinación con otro material.

Cuando se originan estos cambios, la composición de la materia también cambia, lo que lleva a la formación de un material distinto al original, con nuevas características o propiedades que lo identifican y lo diferencian.

El dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) y los óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}$  y  $\text{NO}_2$ ) son compuestos gaseosos, generados por las industrias térmicas que queman carbón o por la combustión de la gasolina de los automóviles o en centros mineros, los cuales pasan a la atmósfera contaminándola. En la atmósfera se combinan con el vapor de agua, experimentando un cambio químico y vuelven a la tierra como lluvia o como nieve ácida. Esta lluvia destruye la flora y la fauna, y hasta puede dañar casas y edificios.

También observamos que al cocer un huevo, el cual ha sido sometido a una temperatura aproximada de  $100^\circ\text{C}$ , se origina un cambio, no sólo en su aspecto físico, sino también en su composición, lo que indica que se produce una nueva sustancia producto del cambio químico ocurrido.

En muchas ocasiones has tenido la oportunidad de encender una vela o un fósforo o tal vez has sentido el sabor de la leche cuando se agria. Tal vez te ha llamado la atención ciertos olores que se desprenden de los depósitos de basura. Todo esto te ha llamado la atención, pero no has podido explicarte a qué se deben estos cambios observados en tu medio ambiente. Bueno, a través de las actividades que realizarás en esta lección podrás aclarar las dudas que tengas al respecto.



Pregunta Central:

¿Has observado qué le sucede a una vela encendida o a las verjas en las casas expuestas a la intemperie? ¿qué clase de cambios han sucedido en estos fenómenos? Explica.



¿Qué sabes del tema?

**Cuadro 2.9**  
Lista de fenómenos para ser explicados

## ACTIVIDAD EXPLORATORIA

Piensa, predice y anota.

- ¿Te has puesto a pensar el porqué de algunos fenómenos que a diario ocurren a tu alrededor, como los que te listamos a continuación en el cuadro 2.9? explícalos.

Fenómeno	Pregunta	Explicación
 Puente	¿Por qué se corroe las verjas de las casas o el hierro de los puentes expuestos a la intemperie?	
 Leche	¿Por qué se agria la leche cuando queda mucho tiempo a la intemperie o sin usar?	
 Jugo de caña	¿Por qué se fermenta el jugo de caña? ¿Qué se forma al fermentarse?	

## EXPERIENCIA 1

¿Qué le sucede a la parafina cuando se quema una vela?



¿Qué sabes del tema?

**Cuadro 2.10**  
Fenómeno para ser explicado

Piensa y anota.

- Antes de realizar la experiencia anota tu predicción sobre el fenómeno planteado en la tercera columna del cuadro 2.10

Fenómeno	Pregunta	Explicación según tu predicción antes de la experiencia	Explicación después de la experiencia
	¿Qué le sucede a la cera (parafina) cuando se quema una vela?		



Materiales:

velas de cumpleaños, fósforos y tapa pequeña.

Hazlo, observa y anota.

- \* Coloca una vela sobre una tapa pequeña y enciéndela. Deja la vela encendida y obsérvala por algunos minutos,
- ¿que sucede?
- ¿Qué le sucede a la cera (parafina) de la vela, a medida que el tiempo transcurre?



¿Qué sabes del tema?

**Cuadro 2.11**  
Fenómenos para ser explicado



**Materiales:**

tubo de ensayo pequeño, azúcar y un mechero de alcohol.



**Análisis de la experiencia:**

- \* Ahora anota tu explicación, después de la experiencia, en la cuarta columna del cuadro 2.10
- ¿Ha variado el tamaño de la vela? Explica.
- ¿Encontraste alguna evidencia de que se ha formado alguna nueva sustancia? Explica.
- Según lo observado, ¿qué tipo de cambio ha ocurrido?

## EXPERIENCIA 2

¿Qué le sucede al azúcar cuando se calienta?

Piensa y anota.

- Antes de realizar la experiencia anota tu predicción sobre el fenómeno planteado, en la tercera columna del cuadro 2.11.

Fenómeno	Pregunta	Explicación según tu predicción antes de la experiencia	Explicación después de la experiencia
	¿Qué le sucede al azúcar cuando se calienta? ¿Por qué?		

Hazlo, observa y anota.

- \* Coloca una pequeña cantidad de azúcar dentro del tubo de ensayo y tápalo. Calientalo suavemente con el mechero de alcohol hasta observar algún cambio.
- ¿Qué le sucede al azúcar al calentarla?
- ¿Cuál fue el cambio ocurrido al iniciar el calentamiento del azúcar?
- \* Continúa calentando por algunos minutos más.
- ¿Qué le sucede al azúcar al calentarla por mayor tiempo? Explica.
- \* Ahora anota tu explicación, después de la experiencia, en la cuarta columna del cuadro 2.11.
- ¿Encontraste alguna evidencia de que se ha formado alguna nueva sustancia? Explica.
- Según lo observado, ¿qué tipo de cambio ha ocurrido?

La parafina, ( $C_{25}H_{52}$ ) y el azúcar ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) son compuestos orgánicos porque tienen en su estructura átomos de carbono.

Cuando se quema la cera de la vela (la parafina) o se calienta el azúcar hay liberación de energía y se forma un residuo de color negro, que se observa en forma de cenizas o en el humo negro que se desprende, cuando no hay suficiente oxígeno. Esto nos indica que se ha formado una nueva sustancia, en este caso el residuo es carbón, un sólido de color negro.

Esta reacción recibe el nombre de combustión y para que se realice es necesaria la presencia del oxígeno, gas que forma parte del aire.

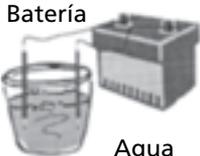
Entre los muchos compuestos que reaccionan con el oxígeno, los más importantes son los constituidos por carbono, C, e hidrógeno, H, llamados hidrocarburos como la parafina o los constituidos por carbono, hidrógeno y oxígeno, O, como el azúcar que es un carbohidrato.

### EXPERIENCIA 3

¿Qué le sucede al agua cuando le introduces unos electrodos?

Piensa y anota.

- Antes de realizar la experiencia anota tu predicción sobre el fenómeno planteado, en la tercera columna del cuadro 2.12

Fenómeno	Pregunta	Explicación según tu predicción antes de la experiencia	Explicación después de la experiencia
 <p>Batería Agua</p>	¿Qué le sucede al agua cuando le introduces los electrodos?		

Hazlo, observa y anota.

- \* Coloca agua con sal (solución salina) hasta la mitad del frasco pequeño. Coloca los alambres a los terminales de la batería, de acuerdo con el dibujo. Introduce los terminales (lápices) dentro del agua del frasco.
- ¿Qué observaste en el frasco? Explica.
- \* Ahora, anota tu explicación, después de la experiencia, en la cuarta columna del cuadro 2.12.
- ¿Encontraste alguna evidencia de que se ha formado alguna nueva sustancia? Explica.
- Según lo observado, ¿qué tipo de cambio ha ocurrido?

### EXPERIENCIA 4

¿Qué sucede cuando se mezcla bicarbonato de sodio y agua?

Piensa y anota.

- Antes de realizar la experiencia anota tu predicción sobre el fenómeno planteado, en la tercera columna del cuadro 2.13.



¿Qué sabes del tema?

Cuadro 2.12  
Fenómeno para ser explicado



Materiales:

batería, Petri o frasco pequeño, dos lápices, agua con un poquito de sal (solución de NaCl 0,10 m) y alambre de cobre.



¿Qué sabes del tema?

**Cuadro 2.13**  
Fenómeno para ser explicado



**Materiales:**

frasco pequeño, globo, agua y bicarbonato de sodio.



**Análisis de la experiencia:**



**Reafirma tus conocimientos.**

Fenómeno	Pregunta	Explicación según tu predicción antes de la experiencia	Explicación después de la experiencia
Globo H <sub>2</sub> O Bicarbonato	¿Qué le sucede al globo cuando se añade bicarbonato de sodio al agua? ¿Por qué?		

**Hazlo, observa y anota.**

- \* Coloca agua hasta casi la mitad del frasco pequeño, añade ahora una cucharadita de bicarbonato de sodio y rápidamente coloca el globo sobre la boca del frasco.
- Si se coloca un globo en la boca de un tubo de ensayo que contiene una mezcla de bicarbonato de sodio y agua, ¿qué observas? ¿Qué le pasa al globo? ¿Por qué?
- Ahora anota tu explicación, después de la experiencia, en la cuarta columna del cuadro 2.13.
- ¿Encontraste alguna evidencia de que se ha formado alguna nueva sustancia? Explica.
- Según lo observado, ¿qué tipo de cambio ha ocurrido?

Podemos observar la generación de gas, como indicativo de que un cambio químico está ocurriendo, tal como lo observamos cuando se adiciona al agua bicarbonato de sodio (NaHCO<sub>3</sub>) o hidrógeno, carbonato de sodio, en donde se libera dióxido de carbono gaseoso (CO<sub>2</sub>). Este proceso ocurre comúnmente cuando se hace un papel.

También podemos observar el burbujeo, indicativo de que se está produciendo gas dentro de un líquido, cuando hacemos pasar una corriente eléctrica continua a través del agua, la cual se descompone en los elementos hidrógeno (H<sub>2</sub>) y oxígeno (O<sub>2</sub>). Este proceso es denominado electrólisis de agua.

Regresa a la pregunta central y contéstala.

Cuando ocurre un cambio químico (también conocido como reacción química) una sustancia se transforma en otra sustancia químicamente distinta.

La oxidación, la reducción, la fermentación, la digestión, la respiración, la combustión y la descomposición de la materia orgánica son algunos ejemplos de cambios químicos que ocurren a nuestro alrededor.



Aplica  
tus  
conocimientos.

Los cambios químicos no son reversibles, ya que los elementos sufren una modificación de su naturaleza íntima y dejan de ser lo que eran, para convertirse en otra sustancia. Así, por ejemplo, el hierro (Fe) al oxidarse en presencia del oxígeno ( $O_2$ ) atmosférico produce óxido de hierro (III) ( $Fe_2O_3$ ), con propiedades y características diferentes al hierro metálico.

Para identificarla la formación de una sustancia nueva, que se origina de los cambios químicos, es importante observar las características físicas y químicas que identifican al producto para compararlas con el material original.

Algunas evidencias de que se está produciendo una nueva sustancia y de que hay un cambio químico son: el cambio en la coloración de la sustancia o cambio en el pH de la solución, aumento o disminución de la temperatura o producción de sustancia gaseosa o generación de luz o humo o formación de un compuesto insoluble, precipitado.

Con base en lo que has aprendido, contesta las siguientes preguntas:

1. Analiza tu entorno cercano e identifica un tipo de cambio químico que esté ocurriendo en ese momento. Explica.

2. Piensa y predice.

Si pelas una papa o un plátano o un guineo o una manzana y lo dejas un rato sobre un recipiente antes de cocerlo o comerlo ¿cambian las características de estos materiales? Explica.

¿Crees que ha ocurrido formación de una sustancia nueva?

Hazlo y confirma tus predicciones.

Toma un guineo o una manzana o un plátano y pélalo. Déjalo expuesto al aire por unos minutos. Explica lo que observaste después de haber transcurrido algunos minutos.

¿Crees que se formó alguna sustancia nueva? Explica.

¿Qué tipo de cambio ocurrió?

3. Piensa.

• Señala si en los fenómenos que se te plantean a continuación hay formación de sustancia nueva. Sustenta tu respuesta:

a. cae un rayo sobre una palma;

b. parece un arco iris en las nubes;

c. se quema la gasolina en el motor;

d. se dobla una barra de acero;

e. se forma humo negro al quemarse un pedazo de madera;

f. se ennegrece una sortija o collar de plata;

- g. se forma «cardenillo» en las estatuas de bronce;
- h. se fríe un huevo;
- i. se quema una tostada

- Rotula cada uno de los siguientes, como procesos físicos o químicos:
  - a. la corrosión del aluminio (metálico);
  - b. la fusión del hierro;
  - c. la pulverización de la aspirina;
  - d. la digestión de una golosina;
  - e. la explosión de nitroglicerina;
  - f. la quema de gas de un pozo;
  - g. el bombeo para extraer petróleo de un pozo;
  - h. la separación de los componentes del petróleo por destilación;
  - i. la combustión de la gasolina;
  - j. la mezcla de harina con levadura;
  - k. el choque de un auto contra un árbol;
  - l. el picar un trozo de carne en un molino para carne.

#### 4. Piensa y contesta

Contesta si los procesos que se señalan a continuación son cambios químicos.

- a. Al respirar entra aire por la nariz y se expande los pulmones: \_\_\_\_\_
- b. El oxígeno del aire se fija en la sangre a través de la hemoglobina: \_\_\_\_\_
- c. La sangre transporta el oxígeno en la hemoglobina: \_\_\_\_\_
- d. El oxígeno es usado en la oxidación de glucosa (azúcar) en las células: \_\_\_\_\_
- e. Los alimentos se mastican y se mezclan con la saliva para formar el bolo alimenticio: \_\_\_\_\_
- f. El bolo alimenticio se combina con el ácido estomacal: \_\_\_\_\_

#### 5. Se enciende un fósforo y se sostiene bajo un trozo de metal frío. Se hacen las siguientes observaciones:

- a. el fósforo arde;
- b. el metal se calienta;
- c. se condensa agua en el metal;
- d. se deposita hollín (carbono) en el metal.

¿Cuáles de estos sucesos se deben a cambios físicos y cuáles a cambios químicos?



Avances  
del  
tema.

Piensa y contesta.

#### Horizontales

1. Cambio que se produce cuando se fermenta una fruta.
2. Elementos que se encuentra en la leche.
3. Produce cambios en los materiales.

#### Verticales

1. Cambio que se produce cuando se forma el rocío sobre el pasto.
2. Metal liviano y resistente utilizando en prótesis óseas.
3. Elementos que se produce en la combustión incompleta de la madera.

## Cruciquímico

		1.		2.		
1.					3.	
		2.				
		3.				

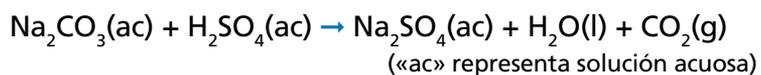
### LA QUÍMICA DE LOS EXTINTORES

Anualmente miles de personas mueren en incendios y millones sufren quemaduras de diversa gravedad. Las pérdidas de bienes debido al fuego suman cantidades exorbitantes. El control del fuego, por lo tanto, es una aplicación importante de la química.

La combustión puede iniciarse por un cerillo, un cigarro mal apagado, un cortocircuito eléctrico o simplemente por un exceso de iluminación. Cuando se eleva la temperatura, casi cualquier producto puede actuar como combustible y reaccionar con el oxígeno del aire. El calor que libera la reacción de combustión promueve que el fuego se propague. Las únicas formas de detenerlo son el enfriamiento del combustible o la limitación del oxígeno.

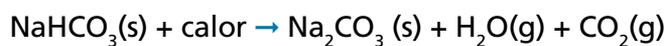
Cuando se emplea agua para apagar un fuego, ésta actúa en dos formas: primero, enfría el combustible por debajo de su punto de ignición; segundo, el agua se evapora por el calor y la presencia de vapor hace disminuir la concentración de oxígeno en el aire. El agua sirve cuando lo que se quema es un sólido; si se trata de un gas o de un líquido no debe utilizarse agua, pues puede esparcir el fuego. Tampoco debe utilizarse agua en fuegos provocados por electricidad.

Algunos extintores solamente funcionan cuando se les voltea. En ellos tiene lugar una reacción química,



El dióxido de carbono produce una presión dentro del recipiente que lo hace salir y, como es más denso que el aire, evita el contacto del material que se está quemando con el oxígeno. Existen extintores que contienen CO<sub>2</sub> licuado a 50 atmósferas, pero se les debe usar con cuidado ya que cualquier persona que esté cerca puede desmayarse por falta de oxígeno.

Finalmente, otros extintores utilizan sustancia sólidas que al entrar en contacto con el material que se está quemando, se descomponen por el calor y liberan dióxido de carbono u otros gases que evitan el contacto ulterior con el oxígeno. Un ejemplo de este tipo de sustancias es el bicarbonato de sólido.



# CAPÍTULO 3

Nuestro archivo común: ¿Por qué somos así?



«Conócete a ti mismo»

...escrito en la entrada del templo de Delfos

## 3.1



¿Sabías que...?

# LOS SERES VIVOS ESTÁN FORMADOS DE CÉLULAS

Con la célula, la biología descubrió su átomo.

François Jacob.

La **célula** es la unidad estructural y funcional de los seres vivos y se clasifica en dos grupos, según su complejidad y la presencia o no de membrana nuclear. Aquellas más primitivas y que carecen de una envoltura nuclear, son las procariontas; las más evolucionadas con envoltura nuclear son eucariontas.

Las células **procariontas** poseen un **ADN** circular y no poseen organelos membranosos; se incluye en este grupo las bacterias y las cianobacterias. Las células **eucariontas** presentan el ADN lineal y numerosos organelos membranosos. En este grupo eucariota se incluye a los protistas, hongos, animales y plantas.

Todas las formas de vida están compuestas por células, las cuales son microscópicas en su mayoría. Excepcionalmente células grandes como los huevos de las aves, se pueden observar a simple vista porque presentan una gran cantidad de yema o vitelo.

Todas las funciones de los organismos se llevan a cabo a nivel de sus células, en diferentes estructuras.

Una estructura celular es el **núcleo** que encierra al ADN o ácido desoxirribonucleico, el cual almacena las instrucciones para todas las funciones celulares.

El funcionamiento celular se realiza a través de moléculas que ella misma sintetiza siguiendo las instrucciones contenidas en el ADN, como las proteínas que se ensamblan en otra estructura llamada ribosoma, localizada en el citoplasma de la célula. Entre el citoplasma y el núcleo existe un tránsito constante de diversas moléculas y en ambos sentidos.



Pregunta Central:

¿Cuál estructura celular dirige todas las actividades de la célula? Explica.



¿Qué sabes del tema?

## EXPERIENCIA 1

Conoce las células de la epidermis de la cebolla

Piensa y anota.

- ¿Cómo se ve en el microscopio una célula vegetal?
- ¿Qué piensas que hay dentro del núcleo de una célula de cebolla?

Figura 3.1  
Cebolla cortada en gajos

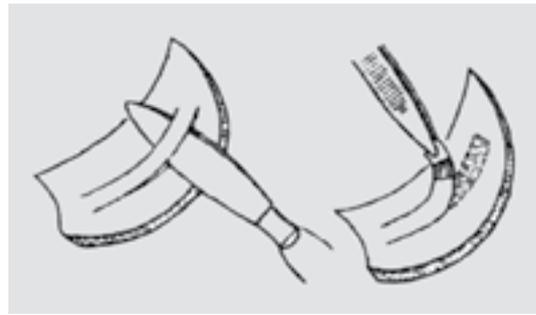


#### Materiales:

cebolla entera,  
microscopio,  
navaja de afeitar,  
porta objeto y  
cubreobjeto, agua,  
solución de yodo  
diluida.



#### Análisis de la experiencia:



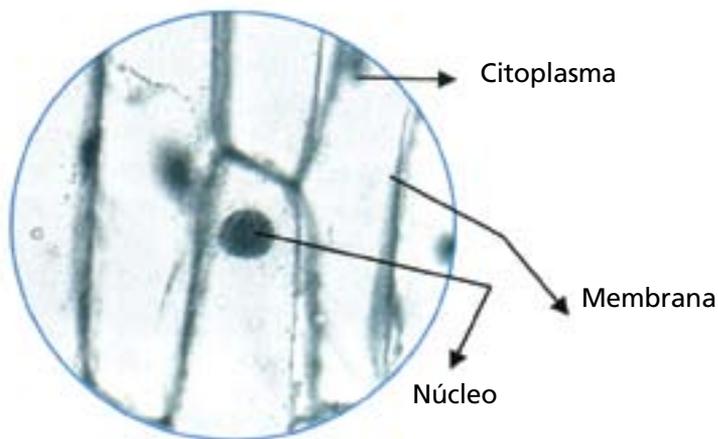
#### Hazlo, observa y anota.

- \* Pela la cebolla, córtala en forma de gajos de una naranja, como se observa en la figura 3.1
- \* Cuidadosamente saca la membrana transparente del lado interno de cualquiera de las capas y colócala en una porta objeto.
- \* Agrégale una gota de agua y ponle el cubreobjeto.
- \* Observa la muestra en el microscopio con poca luz, cerrando el diafragma del microscopio.
- \* Enfoca la preparación de la cebolla con el objetivo cuyo aumento es de 10x
- ¿Qué observas? Haz un esquema.
- \* Ahora observa la muestra de cebolla con el objetivo de 40x.
- \* Dibuja y señala el núcleo y el citoplasma.
- ¿Qué estructuras observas en el núcleo? Explica.
- \* Utilizando el mismo procedimiento, coloca una nueva muestra de epidermis de cebolla en un portaobjeto y agrega una gota de solución de yodo diluida. Deja reposar la muestra por unos cinco minutos y coloca el cubreobjeto.
- \* Vuelve a observar la muestra en el microscopio.  
¿Puedes observar otras estructuras adicionales al teñir la muestra? Explica.

En preparaciones de la epidermis de cebolla, observadas en el microscopio, se nota la presencia de varias células que forman el tejido de la epidermis de la cebolla. Las células tienen forma de figura geométrica y sus bordes son rígidos porque presentan una pared celular, además de la membrana plasmática. En posición central, se observa una estructura redondeada que contiene una o más estructuras más pequeñas, correspondiente al núcleo y el nucleolo.

Para observar otras estructuras, se necesita teñir la célula. El ADN, que constituye la cromatina, se visualiza como pequeños grumos dentro del núcleo. Figura 3.2

Figura 3.2  
Epidermis de cebolla  
(40x)



¿Qué sabes  
del  
tema?



Materiales:

palillo de dientes,  
porta objeto y  
cubreobjeto,  
microscopio,  
raspado de tu  
mucosa bucal.

## EXPERIENCIA 2

Conoce algunas de tus células

Piensa y anota.

- ¿Has observado alguna vez una célula animal?
- ¿Piensas que son iguales a las vegetales?

Hazlo, observa y anota.

En esta experiencia observarás en el microscopio una célula animal: tus propias células de la mucosa bucal. Para ello es necesario que te enjuagues la boca con agua antes de iniciar la experiencia.

- \* Toma un palillo de diente y raspa suavemente la parte interna de tu mejilla. El material que obtienes, colócalo en un portaobjeto y agrégale una gota de agua, mezcla bien ambas y ponle el cubreobjeto.
- \* Enfoca la preparación con el objetivo 10x y observa las células con poca luz cerrando el diafragma del microscopio.
- \* Haz un esquema de las células observadas.
- \* Observa ahora la muestra de la mucosa bucal con el objetivo de 40x.
- \* Dibuja y señala el núcleo y el citoplasma de la célula.
- ¿Notas alguna diferencia entre los núcleos de las células de la mucosa bucal y las células de la epidermis de cebolla? Explica.



Análisis  
de la  
experiencia:

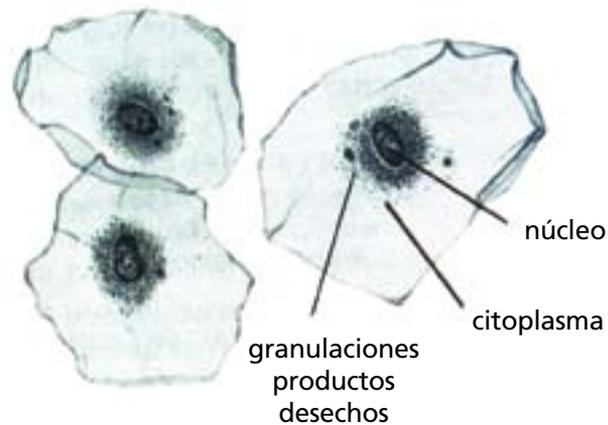
Figura 3.3  
Celulas de la mucosa  
bucal (100x)



¿Qué sabes  
del  
tema?

Figura 3.4  
Núcleo celular en  
una célula que  
ha iniciado la  
reproducción.

En la preparación de las células de la mucosa bucal observaste en el microscopio que éstas se encuentran separadas unas de otras, ya que, por naturaleza, se descaman. Los bordes de estas células son flexibles debido a la ausencia de una pared celular, que sí está presente en las células vegetales. El núcleo está en posición central y de aspecto redondeado; si observas con el objetivo de 40x, notarás sólo el núcleo como un punto, sin otro detalle. Si logras enfocar con un objetivo de mayor aumento como el de 100x, podrás observar grumos dentro del núcleo que corresponde al ADN en forma de cromatina. Figura 3.3

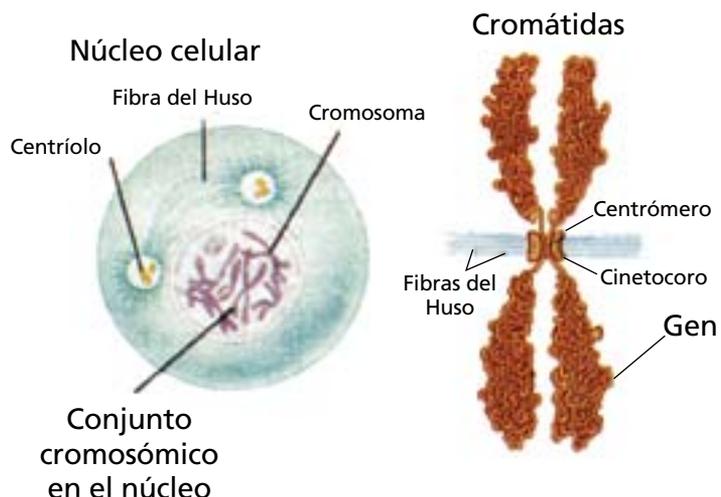


### EXPERIENCIA 3

Transmitiendo información

Piensa y anota.

- ¿Cómo piensas que se transmite la información genética de una generación de células a su descendencia?
- ¿Has podido identificar el contenido del núcleo de una célula?





### Materiales:

alambre con cubierta plástica («bag ties»), de cerrar bolsas, de dos colores diferentes.  
10 de cada color.

### Hazlo, observa y anota.

En esta experiencia simularemos cómo ocurre la transmisión de la información genética de una generación de células a la siguiente, utilizando alambres que simulan ser cromosomas.

Ya has visto el núcleo de una célula, y sabes que ambos son microscópicos. Imagina que los alambres que utilizarás en esta experiencia son los cromosomas que se encuentran dentro de dicho núcleo y que los esquemas de la figura 3.5, son etapas de una misma célula.

- \* Observa la figura 3.4. el núcleo que se presenta tiene 6 cromosomas que ya se duplicaron, lo que indica que la célula inició su reproducción.
- Para facilitar la comprensión del proceso, trabajarás con una célula que cuenta con dos cromosomas. A cada uno de ellos le das un color diferente ya que son cromosomas diferentes.

#### PASO 1

- \* Toma dos alambres («bag ties») enteros, sin doblar, de diferente color y colócalos dentro del núcleo de la primera, figura que simula la célula, (célula 1, figura 3.5). Los cromosomas son simples, todavía no se han duplicado. Se observa la célula con sus dos cromosomas.
- ¿Cuántos cromosomas presenta la célula?

#### PASO 2

- \* Utiliza dos alambres del mismo color y únelos para que parezca un cromosoma que se ha duplicado, como el cromosoma de la figura 3.4. repite lo mismo con los alambres del otro color. Colócalos dentro de la segunda figura que simula una célula. (Célula 2, figura 3.5).
- ¿Cuántos cromosomas duplicados observas ahora?

#### PASO 3

- \* Toma dos alambres nuevos del mismo color, moldea cada uno de ellos como si fuera un cromosoma simple, no duplicado, y los colocas de esta forma: uno en el polo superior y el otro en el polo inferior, en la célula 3 de la figura 3.5
- \* Este cromosoma se ha separado en dos cromátidas idénticas. Haz lo mismo con el alambre del otro color repitiendo el procedimiento de separar hacia los polos opuestos los dos alambres. Debes tener dos cromosomas de diferente color en cada polo.

- ¿Cuántos cromosomas tienes en cada polo?
- Los cromosomas en cada polo, ¿son del mismo color o de dos colores diferentes?

#### PASO 4

- \* Toma dos alambres más, de colores diferentes y dóblalos ligeramente, que parezcan enredados entre sí, como en la figura 3.6. Haz lo mismo con dos alambres más de colores diferentes. Colócalos en la célula que ya está dividiendo su citoplasma y los cromosomas se van confinando en cada uno de las divisiones del citoplasma.
- ¿Cuántos cromosomas has colocado en cada división del citoplasma?
- ¿De qué color son los cromosomas?

#### PASO 5

- \* Repite el mismo procedimiento del paso 4, enredando un poco más los alambres y colócalos en cada una de las células hijas producto de la división de la célula original (célula 1, figura 3.5) o célula madre.
- ¿Cuántos cromosomas tiene cada célula hija?
- Los cromosomas de las células hijas ¿son iguales o diferentes a los de la célula madre?

Observa que los cromosomas (ADN) simulados con alambres de colores y que se encuentran en el núcleo, se duplican obteniéndose dos cromátidas idénticas, con la misma información.

¿Crees que las células hijas tienen la misma información?

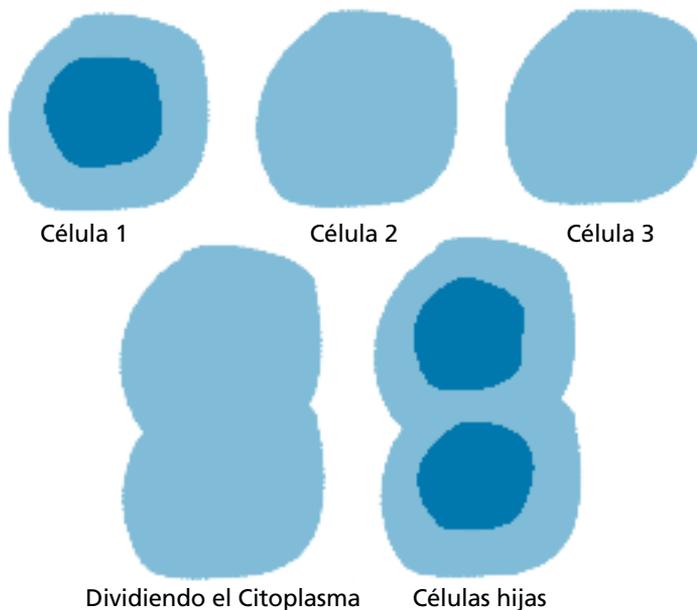
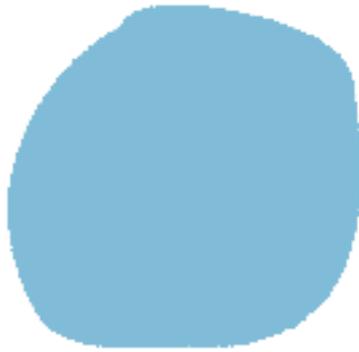


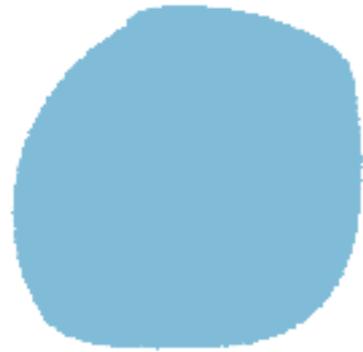
Figura 3.5  
Esquemas que representan células animales en mitosis (utiliza el esquema en la página siguiente para realizar la experiencia).



Célula 1



Célula 2



Célula 3



Dividiendo el Citoplasma



Células hijas



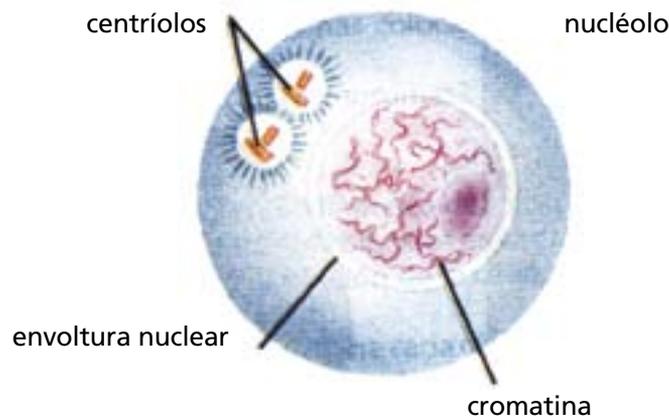
Análisis  
de la  
experiencia:

Figura 3.6  
Esquema del núcleo  
de una célula



Reafirma  
tus  
conocimientos.

A través de las generaciones la información genética es transmitida por los cromosomas, durante el proceso de división celular. Primeramente los cromosomas se duplican o sea, se hacen copias de cada uno de ellos y luego por una serie de movimientos cromosómicos, éstos se reparten exactamente igual en las células hijas. Cada una de las células hijas tiene una de las copias del ADN contenido en los cromosomas. Todo el proceso de duplicación del ADN (de los cromosomas), se realiza en el núcleo celular. Cuando ocurren los movimientos cromosómicos, la membrana nuclear se desintegra y al final vuelve a integrarse o restaurarse.



Regresa a la pregunta central y contéstala.

El núcleo es un organelo que contiene la información genética en forma de cromatina, complejos de ácido desoxirribonucleico (ADN) con forma de una cinta altamente doblada y una clase de proteínas llamadas histonas. Cuando la célula se divide, las fibras de cromatina están muy dobladas y son visibles en el microscopio óptico como cromosomas.

Durante la interfase (entre divisiones celulares), la cromatina está más extendida. El ADN de la cromatina está envuelto alrededor del complejo de histonas formando lo que puede parecer en el microscopio electrónico como cuentas de un rosario, estas «cuentas» se llaman nucleosomas. El ADN o ácido desoxirribonucleico, es una molécula grande formada por cadenas de unidades de azúcar desoxirribosa y fosfato que se repiten unidos a cuatro diferentes bases nitrogenadas: Adenina, Timina, Guanina y Citosina que abreviadas son A, T, G y C respectivamente.

Después estudiaremos cómo la simple estructura del ADN contiene la información para sintetizar proteínas específicas que permiten la vida. El proceso de división celular está diseñado para asegurar que copias exactas del ADN en los cromosomas, sean pasados a las células hijas.



Aplica  
tus  
conocimientos.

Con base en lo que has aprendido, contesta las siguientes preguntas:

Piensa y contesta.

1. ¿Cómo una célula pasa la información genética a las células hijas? Explica.
2. ¿Puedes reconocer diferencias entre las células vegetales y animales?
3. ¿Cuáles estructuras celulares has podido observar en el microscopio compuesto?
4. ¿Has pensado que la forma de la célula es diferente a lo que parece al ser observada al microscopio? ¿Cuál crees que es la forma real de una célula?

Escoge la respuesta correcta.

5. Organelo celular que contiene los cromosomas en las células eucariotas:  
a. ribosoma    b. núcleo  
c. nucleolo    d. mitocondria
6. El ADN contiene la información para sintetizar:  
a. bases nitrogenadas    b. azúcares  
c. proteínas    d. fosfatos.

A continuación se presenta una serie de afirmaciones para que identifiques si son verdaderas o falsas y por qué:

7. Los cromosomas antes de iniciar la división celular, deben duplicarse.  
a. verdadero    b. falso
8. Las células procariotas presentan organelos membranosos.  
a. verdadero    b. falso
9. Las células eucariotas carecen de membrana nuclear.  
a. verdadero    b. falso
10. Los cromosomas son visibles durante la división celular.  
a. verdadero    b. falso



Avances  
del  
tema.

## HERRAMIENTA BIOLÓGICA

Muchos científicos han colaborado en la creación de una diversidad de microscopios para analizar estructuras muy pequeñas que no pueden verse a simple vista. En algunos casos, los biólogos utilizan microscopios para observar células vivas; sin embargo, en muchas ocasiones, los especímenes deben prepararse con cuidado haciendo cortes muy delgados y tiñéndolos. Te listamos diferentes tipos de microscopios existentes a la fecha.



Avances  
del  
tema.

#### Microscopio óptico:

Está formado por numerosas lentes y generalmente dispone de un revólver con varios objetivos, lo que le permite cambiar la ampliación. Proporcionan una variedad de imágenes, dependiendo de cómo se ilumine la muestra desde arriba (campo oscuro) o desde abajo (campo claro) o si ha sido teñida. El poder de resolución de los microscopios ópticos es de un micrómetro aproximadamente.

En el microscopio óptico se pueden observar amebas y otros protozoos: una décima de milímetro, glóbulos rojos y otras células: una centésima de milímetro, bacterias: milésimas de milímetro.

#### Microscopio electrónico:

Funciona mediante bombardeo de electrones sobre la muestra. La imagen se proyecta sobre una pantalla. Algunos tipos de microscopios electrónicos pueden resolver estructuras de unos cuantos nanómetros (1 nanómetro =  $10^{-9}$  metros). Los microscopios electrónicos de transmisión pasan electrones a través de una muestra delgada y pueden mostrar estructuras subcelulares diminutas incluyendo organelos y membranas plasmáticas. Los microscopios electrónicos de barrido, rebotan electrones sobre la muestra que ha sido cubierta con metales y proporcionan imágenes tridimensionales.

En el microscopio electrónico se observan cromosomas: décimas de micra o diezmilésimas de milímetro, virus: centésimas de micra, moléculas, milésimas de micra o nanómetros.

#### Microscopio de efecto de túnel:

Dispone de una aguja tan afilada que en su extremo sólo hay un átomo. Esta punta se sitúa sobre el material y se acerca hasta la distancia de un nanómetro. Una corriente eléctrica débil genera una diferencia de potencial de 1 voltio. Al recorrer la superficie de la muestra, la aguja reproduce la topografía atómica de la muestra. Con estos microscopios se observan átomos: un ángstrom.

#### Microscopio de fuerza atómica:

Similar al efecto de túnel. La aguja entra en contacto con la muestra y detecta los efectos de las fuerzas atómicas. Igualmente la resolución es similar al del efecto túnel, pero sirve para materiales no conductores, como muchas muestras biológicas.

## 3.2



¿Sabías que...?



Pregunta Central:



¿Qué sabes del tema?



Materiales:

Cuatro hojas de papel de construcción de colores: rojo, verde, amarillo y azul, goma, papel manila, regla.

# EL ADN: LA MOLÉCULA DE LA HERENCIA

Dejamos de temer aquello que se ha aprendido a entender.

Marie Curie.

Los **cromosomas**, como componentes de una célula viva, están formados por átomos organizados en moléculas. Algunos científicos pensaron que resultaba imposible comprender la complejidad de la herencia basándose en la estructura de compuestos químicos «sin vida». Otros pensaban que la comprensión de la estructura química de los cromosomas llevaría a comprender su funcionamiento como portadores de información.

El cromosoma en las células eucariotas está formado por ácido desoxirribonucleico (**ADN**) y proteínas llamadas histonas. El ADN y las histonas forman una unidad compacta denominada nucleosoma. El ADN es un polímero formado sólo por cuatro tipos diferentes de **bases nitrogenadas** organizadas en nucleótidos. Un nucleótido está formado por una base nitrogenada, un azúcar de cinco carbonos y un grupo fosfato.

¿Cuáles son los componentes de la molécula de ADN que determinan la información genética?

## EXPERIENCIA 1

### Simulando un segmento de ADN

Piensa y anota.

- ¿Has notado que los seres vivos presentan diferencias?
- ¿A qué se deben esas diferencias?

Hazlo, observa y anota.

- \* Toma las hojas de papel de construcción y recórtalas en rectángulos.
- \* Los rectángulos de color rojo y verde tendrán un tamaño de 8 cm de largo x 4cm de ancho.
- \* Los rectángulos de color amarillo y azul tendrán un tamaño de 4cm de largo x 4 cm de ancho.
- \* Recorta los rectángulos en diferentes figuras para que sean complementarias en su forma, al enfrentarlas. Figura 3.7
- \* Las figuras de color amarillo y verde deben ser complementarias, pero de forma diferente al azul y rojo. Figura 3.7

Figura 3.7  
Formas sugeridas  
para las bases  
en papel de  
construcción.



- \* Recorta el papel manila para que obtengas tiras de 90 cm de largo por 12 cm de ancho.
- \* Coloca las figuras en la siguiente secuencia de colores: amarillo, verde, rojo, verde, azul, verde, verde, azul, rojo verde, azul, rojo, rojo, rojo y azul. Mantén el lado recto de cada figura, en los bordes de la tira del papel manila. Figura 3.7
- \* Luego aparea las figuras con aquellas de forma correspondiente o complementaria.
- \* Pega las figuras ya apareadas con goma.
- ¿Qué piensas que has construido con este modelo?
- ¿Cuáles son los componentes de este segmento de la cadena modelo que has elaborado?
- ¿Qué representan los colores en el segmento de la cadena modelo elaborada?



Análisis  
de la  
experiencia:

El ADN es una doble cadena entrelazada y es sumamente larga. Si el segmento elaborado de ADN fuese una escalera y se le torciera para formar una hélice, manteniendo los peldaños perpendiculares a los lados de la escalera, se tendría un modelo rústico de la molécula de ADN.

Cada peldaño está formado por dos colores y cada color está unido al borde de la escalera. Las figuras enfrentadas se aparean y permanecen unidas manteniendo entre ellas una distancia constante.

Las bases apareadas deben ser siempre combinaciones de una base pequeña con una grande.

## EXPERIENCIA 2

Identificando los componentes de la molécula de la herencia

Piensa y anota.

Si utiliza el segmento de la cadena modelo de la molécula de ADN,

- ¿qué representan los colores de las figuras utilizadas en la experiencia?
- ¿qué nombre reciben cada uno de estos componentes?



¿Qué sabes  
del  
tema?

### Cuadro 3.1 Clave para bases nitrogenadas



#### Materiales:

segmento de la molécula de ADN elaborada en la experiencia 1, marcadores.



#### Análisis de la experiencia:



#### Reafirma tus conocimientos.

Hazlo, observa y anota.

Revisa la siguiente clave. Cada uno de los colores corresponde a una base nitrogenada.

Color	Base nitrogenada
Rojo	Adenina (A)
Azul	Timina (T)
Amarillo	Citosina (C)
Verde	Guanina (G)

- \* Escribe sobre las figuras de colores de papel de construcción, la primera letra correspondiente al nombre de la base nitrogenada.

En el modelo de cadena de ADN elaborada, cada color utilizado en la construcción del segmento de la molécula de ADN representa una base nitrogenada. Las bases nitrogenadas son de dos tipos: las purinas y las pirimidinas. Las primeras son más grandes que las segundas. Hay dos purinas, Adenina y Guanina, y dos pirimidinas, Citosina y Timina.

Regresa a la pregunta central y contéstala.

El ADN fue aislado en 1869 por el bioquímico suizo Friedrich Miescher. La sustancia que aisló era blanca y azucarada, ligeramente ácida y contenía fósforo. Como la encontró en el núcleo de las células, la llamó «nucleína»; nombre que después transformó en ácido nucleico y mucho después, en ácido desoxirribonucleico (ADN), para distinguirlo de otro ácido nucleico que también se encuentra en la célula: el ácido ribonucleico (ARN). Posteriormente se demostró que el ADN está presente en todas las células y que se ubica en los cromosomas.

Durante la década de 1920, se demostró que el ADN podía ser degradado en un azúcar de 5 carbonos, (la desoxirribosa), un grupo fosfato y cuatro bases nitrogenadas, Adenina y Guanina (purinas), Timina y Citosina (pirimidinas). Cada base nitrogenada está unida a una molécula de azúcar que a su vez está unida a un grupo fosfato formando una molécula única llamada nucleótido.





Avances  
del  
tema.

A continuación se presenta una serie de afirmaciones para que identifique si son verdaderas o falsas y por qué:

6. Existen dos puentes de hidrógeno entre las bases complementarias de Adenina y Timina.  
a. verdadero                      b. falso.
7. Cada vuelta completa de la hélice de ADN tiene 10 bases de ancho  
a. verdadero                      b. falso.
8. Un fragmento de información que influyó en Watson y Crick, fueron los trabajos sobre ADN realizadas por Rosalind Franklin.
9. a. verdadero                      b. falso.

### EL MODELO DE WATSON Y CRICK

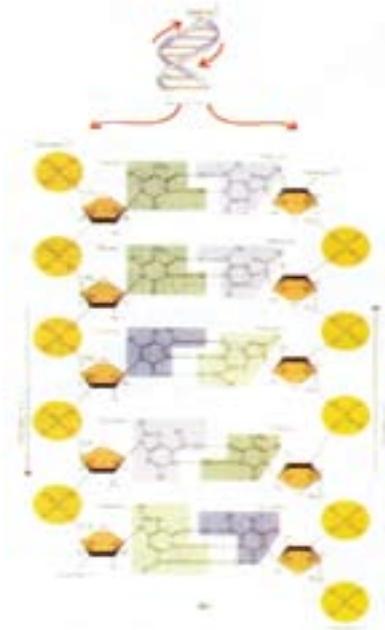
A partir de datos existentes, el biólogo James Watson y el físico Francis Crick, a mediados del siglo XX, intentaron construir un modelo de ADN que explicará su papel biológico, armaron modelos reales utilizando alambres y hojalata ensayando donde podía encajar cada pieza.

Estos investigadores descubrieron que no se trata de un enorme y solitario polinucleótido, sino de una estructura formada por dos cadenas, cada una de las cuales es una hélice y las dos del par se retuercen una alrededor de la otra, formando una estructura helicoidal cada vuelta de la estructura tiene 10 bases nitrogenadas.

El ADN puede presentar cinco formas geométricas: una forma parcialmente retorcida, poco hidratada, que recibe el nombre de ADN-A, la forma ADN-B que representa la conformación de la molécula tal como existe dentro de la célula, totalmente hidratada o «húmeda», y descubierta por Rosalind Franklin; en tanto que una configuración estrechamente espiralizada y muy compacta, se denomina ADN-C. Las formas A, B, C y D presentan un giro a la derecha, mientras que el ADN-Z, presenta giro a la izquierda y aparentemente sólo es estable en condiciones no fisiológicas, como en concentración salina elevada.

Al trabajar advirtieron que los nucleótidos podían acoplarse en cualquier orden o secuencia, dado que la molécula de ADN puede tener miles de nucleótidos a lo largo y es posible obtener una gran variedad de secuencias de bases diferentes. Asimismo encontraron que la cadena tiene dirección: cada grupo fosfato de la molécula está unido a un azúcar en la posición 5' (el quinto carbono en el anillo de azúcar) y al otro azúcar en la posición 3' (el tercer carbono en el anillo de azúcar), así la cadena tiene un extremo 5' y un extremo 3'; Figura 3.8

Figura 3.8  
Molécula del ADN



Encontraron también que las purinas no podían aparearse con purinas, ni las pirimidinas con pirimidinas, sino que a causa de la estructura particular de las bases, la Adenina solo podía aparearse con Timina formando dos puentes de hidrógeno ( $A=T$ ) y la Guanina solamente con Citosina formando tres puentes de hidrógeno ( $G=C$ ). Las bases apareadas eran complementarias.

Demostraron también que las dos cadenas corren direcciones opuestas es decir, que la dirección de, extremo 5' al 3' de cada cadena es opuesta cadenas son antiparalelas.

Una vez revelada la estructura del AD por Watson y Crick, comenzó una sucesión imparable de descubrimientos que aún continúan en nuestros días. Se descubrieron en años posteriores los procesos que constituyen el denominado dogma de la genética molecular: replicación del ADN, es decir, cómo se copia a sí mismo antes de que una célula se divida en dos en el proceso de mitosis; transcripción, o copia del ADN a moléculas de ARN; y traducción o síntesis de proteínas, las responsables de la función codificada ADN.

Asimismo se descifró el código genético, otorgándosele a cada combinación de tres nucleótidos en el ARN selección de un aminoácido concreto para la síntesis de una proteína.

### 3.3



¿Sabías que...?



Pregunta Central:



¿Qué sabes del tema?

Figura 3.9  
código de barra



Materiales:

envases vacíos de productos que presentan códigos de barra, como el dibujo que aparece en la figura 3.9

## EL CÓDIGO GENÉTICO: UN LENGUAJE SECRETO

Con el proyecto Genoma Humano, estamos aprendiendo el lenguaje  
Bill Clinton

Debido a que cada individuo recibe copias exactas del ADN de sus padres, se pueden comparar estas moléculas de ADN de los padres y de los hijos y determinar si hay parentesco entre ellos.

Te preguntarás, ¿qué información existe en esta molécula que resulta comparable entre los individuos? Sabemos que la información es exactamente las instrucciones para elaborar una proteína y que está «escrito» en código, vamos a investigar qué es un código y cuáles son los componentes en la molécula de ADN.

Si existe alguna información en la secuencia de las moléculas que estructuran el ADN, ¿cuáles son estas moléculas y en qué forma se guarda esa información?

### EXPERIENCIA 1

#### Un lenguaje en código

Piensa y anota.

- ¿Has notado que los seres vivos presentan diferencias?
- ¿A qué se deben estas diferencias?

Hazlo, observa y anota.

- ¿Qué es un código y cómo se descifra?



- \* Vamos a aprender lo que es un código. Si conoces la palabra código, anota algunos ejemplos.
- \* Examina los objetos que has colectado con códigos y observa si estos son códigos iguales o diferentes.
- ¿Qué información piensas que brindan estos códigos?

Las siguiente secuencia de números tiene un significado.

34 35 36 01 02 03 16 17 18 13 14 15 01 02 03

Pero, ¿te dice algo esta serie de números? Lo más probable es que no. Si tú no lo has escrito, no tienes por qué saberlo. Deben decirte a qué se refiere, cuál es la mecánica del código, o sea, tendrías que saber que cada tres números se traduce en una letra del alfabeto. Tendrías que usar una clave para así saber que dice el código.

- \* Aquí tienes la clave elaborada para conocer qué dice este código de números en triplas. Utilízala para descifrar el código anterior.

a = 01 02 03	j = 28 29 30	g = 19 20 21	m = 40 41 42
b = 04 05 06	k = 31 32 33	h = 22 23 24	n = 43 44 45
c = 07 08 09	e = 13 14 15	i = 25 26 27	
d = 10 11 12	f = 16 17 18	l = 34 35 36	

- Tú has necesitado de una clave para descifrar el código; ¿qué descifraste en este código de números?



Análisis  
de la  
experiencia:

Un código es un sistema de signos, números o letras que sirven para formular y comprender mensajes. Por ejemplo, el código Morse está constituido por rayas y puntos se emplea en telegrafía para enviar mensajes; mientras que el código de barras de los productos que revisaste, contiene una información que se puede leer (descodificar) con una pluma óptica e identifica al producto.

La clave utilizada para descodificar un mensaje es elaborada por una persona conocedora del tema. Al unir cada uno de los elementos descifrados que corresponden a una letra, te permiten descubrir el mensaje en código ahí guardado.



¿Qué sabes del tema?



Materiales:

paquetes de galleta, de la misma marca, la misma clase, pero de diferentes sabores.

Cuadro 3.2  
Códigos de los paquetes de galleta, según el sabor



Análisis de la experiencia:



¿Qué sabes del tema?

## EXPERIENCIA 2

### Revisando códigos

Piensa y anota.

- ¿Qué piensas tú que determinan las secuencias de números en un código de barras?
- ¿Piensas que los códigos de barra de diferentes artículos son iguales o diferentes?

Hazlo, observa y anota.

- \* Observa y compara los códigos de barra y la secuencia de números impresos en la envoltura de cada paquete de galleta.
- \* Examina los paquetes de galletas de diferentes sabores y las secuencias de números en el código de barra de cada paquete.
- \* Utiliza la secuencia de los números bajo las barras para hacer tus comparaciones y anota los códigos en el cuadro que sigue y explica por qué los códigos son diferentes

Sabor de las galletas	Código

- ¿Cuál fue la secuencia o unidad que especificó una característica como el sabor?

Los códigos de los paquetes de galleta de un mismo sabor y color, presentan la misma secuencia de números y una variación en los últimos dígitos, que identifica los colores o sabores diferentes.

## EXPERIENCIA 3

### Un código de moléculas

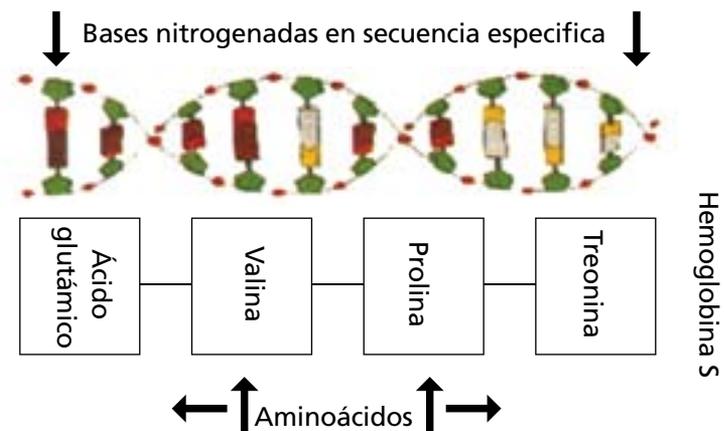
Piensa y anota.

- ¿Por qué se dice que la información de «cómo somos» está en la molécula de ADN?

Hazlo, observa y anota.

- \* Observa con detenimiento las figuras 3.9 y 3.10
- Si utilizas el código de un paquete de galletas como el de la figura 3.9, ¿podrías decir de qué sabor es?
- ¿Es comparable este código de barras con el código del segmento de la molécula de ADN?
- ¿Reconoces los elementos del código que presenta el segmento (Figura 3.10)?
- ¿Cuáles colores representa el código?
- ¿Cuáles son los componentes del código del ADN?

Figura 3.10  
Segmento de una  
molécula de ADN y  
los aminoácidos que  
codifica.



- ¿Cuál es el mensaje que contiene el código del ADN?
- \* Para contestar esta pregunta realiza la siguiente actividad.



Análisis  
de la  
experiencia:

Hemos trabajado con códigos de barra que contienen información del paquete de galleta, que identifican el sabor y el precio por ejemplo, También trabajaste con un código de números, que al utilizar una clave descodificaste la información que guardaba. Tenemos asimismo un código en la molécula de ADN, escrito con las moléculas que lo estructuran. Estas moléculas son las bases nitrogenadas (G=guanina, C=citosina, T=timina, y A=adenina).



¿Qué sabes  
del  
tema?

## EXPERIENCIA 4

Revelando el secreto

Piensa y anota.

- ¿Cuál es el mensaje que contiene el código del ADN?



### Materiales:

segmento de la molécula de ADN en papel manila, que elaboraste anteriormente.

**Figura 3.11**  
Segmento de una molécula de ADN

Hazlo, observa y anota.

- \* Vamos a descifrar el código que se encuentra en el segmento de ADN que elaboraste anteriormente.
- \* Observa la clave para 10 de los 20 aminoácidos existentes y que aparecen listados a continuación en el cuadro 3.3 Cada tres bases, nitrogenadas, especifica un determinado aminoácido.

### Estructura ADN



**Cuadro 3.3**  
Clave de 10 aminoácidos para descifrar el código genético.

Tripletas de bases nitrogenadas	Aminoácidos que codifican
GTC	Glutamina
CTG	Asparagina
CGA	Alanina
AGG	Serina
CAA	Valina
AAA	Fenilalanina
GCG	Arginina
GGA	Prolina
AAT	Leucina
GTA	Histidina

- \* Compara tu secuencia de bases nitrogenadas con la clase que aparece en el cuadro 3.3 Observa que cada tres bases nitrogenadas codifican un aminoácido.
- ¿Qué dice el código en tu segmento de ADN al compararlo con la clave?



Análisis  
de la  
experiencia:

La secuencia de las bases nitrogenadas determinan el tipo y el orden de los aminoácidos dentro de una proteína. Las proteínas son polímeros de aminoácidos. Son 20 los aminoácidos que se encuentran comúnmente en las proteínas de los seres vivos y tienen diferentes propiedades. A partir de estas 20 subunidades se construyen cientos de proteínas diferentes.

Una analogía con el lenguaje ayudará a entender mejor esto. El idioma español utiliza 28 letras para construir miles de palabras, cada una con un significado diferente basado en la secuencia exacta de las letras.

El código genético con cuatro bases nitrogenadas, organizadas en tripletas específica la secuencia de los aminoácidos en diferentes proteínas que serían las «palabras» en nuestra analogía.

Regresa a la pregunta central y contéstala.



Reafirma  
tus  
conocimientos.

Ya te has percatado de un código es una unidad de información. En el caso de las galletas, la información sobre el sabor está contenida en un código de barras. En el ADN también existen unidades de información, que son los genes. Estas unidades de información están en código, pero de cuatro bases nitrogenadas (Guanina, Timina, Adenina, Citosina) organizadas en tripletas representadas por cuatro colores en la figura 3.11. cualquier cambio en la secuencia de las tripletas se denomina mutación.

Al descifrar el código encontramos que la información ahí guardada es la secuencia de los aminoácidos en una proteína que corresponde a características físicas de los individuos, su color de ojos o de la piel o su estatura.

Ya en 1908 se publica que los síntomas observados en personas afectadas por ciertas enfermedades hereditarias son el resultado de la ausencia de enzimas (proteínas) específicas. Este fue el primer descubrimiento significativo de la función de un gen.

La molécula de ADN contiene instrucciones codificadas para las estructuras y las funciones biológicas, estas instrucciones son llevadas a cabo por las proteínas. La información genética del ADN es traducida a través de una molécula de ARN (ácido ribonucleico) que contiene las bases nitrogenadas complementarias a las del ADN. Este intermediario entre el gen y su polipéptido es el ARN mensajero.



Aplica  
tus  
conocimientos.

La síntesis de ARN a partir de una plantilla de ADN se denomina transcripción. Una vez en el citoplasma, el ARN puede servir como plantilla para controlar la incorporación de aminoácidos en el orden particular codificado por la secuencia de nucleótidos del ADN y del ARN mensajero.

Recuerda que la molécula de ADN, se mantiene dentro del núcleo y la síntesis de proteína ocurre en el citoplasma de la célula; este proceso se denomina traducción. La traducción requiere la participación de numerosos elementos incluyendo ribosomas localizados en el citoplasma de la célula, donde ocurre la síntesis de proteínas.

Con base en lo que has aprendido, contesta las siguientes preguntas:

Piensa y contesta.

1. ¿Consideras que ese código de la molécula de ADN se puede utilizar para dilucidar parentescos? Por ejemplo conocer si dos personas son padre e hijo.
2. ¿Piensas que es posible que se utilice para identificar restos humanos?
3. ¿Cuáles células serían las adecuadas para este estudio?

A continuación se presentan una serie de afirmaciones para que identifiques si son verdaderas o falsas y por qué:

4. La traducción del código genético ocurre en el ribosoma.  
a. verdadero                      b. falso
5. Un cambio en la secuencia de las bases nitrogenadas se denomina mutación.  
a. verdadero                      b. falso
6. El ADN sale del núcleo hacia el ribosoma.  
a. verdadero                      b. falso
7. A través del ADN se puede determinar las diferencias existentes entre dos especies.  
a. verdadero                      b. falso
8. La ausencia de una enzima puede provocar una enfermedad.  
a. verdadero                      b. falso

Escoge la respuesta correcta.

9. La tripleta de bases nitrogenadas GGA, codifica el aminoácido:  
a. leucina                          b. serina  
c. valina                            d. prolina
10. El aminoácido fenilalina es codificado por la tripleta:  
a. GTA                              b. GTG  
c. AAA                               d. GCG



Avances  
del  
tema.

## DETERMINACIÓN DE ESPECIES

Todas las especies, aunque tienen el mismo ADN en el núcleo de sus células, presentan variantes en la secuencia de sus Bases Nitrogenadas. Sin embargo, mientras más relación exista entre las especies, mayor es la similitud en estas secuencias; no obstante, siempre se mantienen algunas diferencias entre ellas que permiten reconocerlas a nivel molecular.

Los biólogos Fidel Jaramillo y María E. Villada, de la Universidad de Panamá realizaron una investigación en el Laboratorio de Biología Molecular del Instituto Smithsonian, Ciudad de Panamá, donde se analizó la secuencia de las moléculas de ADN de dos especies de moscas de importancia veterinaria; las moscas estudiadas fueron las del gusano barrenador del ganado (*Cochliomyia hominivorax*) y la del gusano barrenador secundario (*Cochliomyia macellaria*), ambas de gran similitud morfológica. Se colectaron muestras a lo largo de todo el país, donde se incluyó Panamá, Colón, Chiriquí, Bocas del Toro, San Blas y Darién.

Las moscas capturadas fueron preservadas en una sustancia que conserva el ADN. El ADN fue extraído a partir del tórax de cada mosca, esta porción del cuerpo del insecto fue macerada en una solución que contenía una molécula llamada Proteinasa K, la cual se encargaba de destruir las proteínas presentes en el tejido. Al cabo de una hora quedaba sólo un líquido, el cual contenía el ADN junto con otros componentes celulares. A partir de este momento se iniciaba una serie de lavados con diferentes disolventes orgánicos (fenol, cloroforma, alcohol isoamílico), con el fin de purificar el ADN, liberándolo de los otros componentes.

El ADN purificado se sometía a una reacción conocida con el nombre de «reacción en cadena de la polimerasa» conocida por sus siglas en inglés como PCR. Esta reacción permite multiplicar la cantidad de ciertos segmentos del ADN total. El producto de la reacción de PCR era sometido a una nueva reacción, en donde se reemplazaban al azar los nucleótidos del ADN por otros marcados con una sustancia fluorescente. Este nuevo producto se colocaba en un aparato especializado y costoso llamado secuenciador automático de ADN, el cual podía detectar los nucleótidos marcados con fluorescencia, éste enviaba la información a una computadora para realizar el análisis correspondientes.

En la investigación se determinó la diferencia existente entre dos especies, a través de su ADN, información que será útil para reconocer estas moscas a partir de fragmentos de sus cuerpos, lo cual beneficiará las campañas de control existentes.

## CARACTERÍSTICAS HUMANAS: ¿SOY EL PRODUCTO DE MIS GENES?

Antes pensábamos que nuestro futuro estaba en las estrellas, ahora sabemos que está en nuestros genes.

James Watson.



¿Sabías que...?

Las **características** son atributos de los seres vivos que permiten diferenciarnos unos de otros. Estas características pueden ser adquiridas o heredadas.

El tipo de sangre de una persona, es una información que está codificada en sus genes. La información se usa para la producción de una proteína funcional (enzima), capaz de permitir que se añada uno o dos azúcares a la membrana del glóbulo rojo y que funciona como un antígeno. La presencia o no de este antígeno es lo que determina el tipo sanguíneo. Características como extender el pulgar a más de 45°, enrollar la lengua, tener hoyuelo en las mejillas; también están codificadas en el ADN.

Aproximadamente el 99% de los genes son los mismos en todos los seres humanos y las diferencias pueden surgir de un solo cambio en los 3,1 billones de pares de nucleótidos que componen el ADN.

Bajo la influencia de factores ambientales, el ADN guía la secuencia ordenada de la diferenciación desde el óvulo fecundado hasta el ser humano, con sus características físicas únicas, tal y como las vemos.

Las características que presentas y son observables, se denominan **fenotipo**, el cual está controlado genéticamente y corresponde a un **genotipo**.



Pregunta Central:

¿A qué se deben las diferencias entre los individuos?

### EXPERIENCIA 1

Revisa tus características

Piensa y anota.

Las personas presentan diferencias en sus características.

- ¿A qué se deben estas diferencias?
- ¿Si no presentas una característica, significa que no tienes el gen?



¿Qué sabes del tema?



Materiales:

lupa, espejo.

Cuadro 3.4  
Características de las  
manos

Hazlo, observa y anota.

- \* En los cuadros 3.4 y 3.5, se presenta un listado de características. Revisa cuidadosamente tus manos y cara, anotando con un signo positivo (+), si la característica está presente (Figura 3.12)

Características	Presencia de la característica
Dedos anchos y cortos	
Dedos largos	
Dedos con vellos	
Dedos sin vellos	
Pulgar andariego, separado 90° o más	
Pulgar separado 45°	
Pulgar entrecruzado, izquierdo sobre el derecho *	
Pulgar entrecruzado, derecho sobre el izquierdo *	

- \* Une las manos como si fueras a rezar y entrecruza todos los dedos entre ambas manos.

Cuadro 3.5  
Características de la  
cara

Características	Presencia de la característica
Pico de viuda	
Línea continua de pelo	
Enrollamiento de la lengua	
No –enrollamiento de la lengua	
Lóbulo de la oreja separado	
Lóbulo de la oreja adherido	
Hoyuelo en las mejillas	
Sin hoyuelo en las mejillas	



Análisis  
de la  
experiencia:

Algunas personas tienen la aptitud de enrollar la lengua cuando la sacan de la boca (Figura 3.12). esta aptitud conocida como enrollamiento de la lengua se debe a un gen dominante. (E). La gente que posee el gen recesivo (e), sólo puede curvar la lengua ligeramente hacia abajo.

En los seres vivos diploides (con dos cromosomas de cada tipo), los genes en el cromosoma existe en pares, llamados alelos; sin embargo, es frecuente en una población de organismos, encontrar más de dos formas alélicas (alelos múltiples) que pueden tener diferentes formas de dominancia.

Figuras 3.1  
Algunas características  
humanas



Análisis  
de la  
experiencia:

La condición homocigótica, se refiere a que los dos genes (pares de alelos) son idénticos, mientras que heterocigótico es la combinación de un gen dominante con un recesivo. Un gen dominante (**L**), determina que los lóbulos de la oreja estén separados, es decir que no estén adheridos directamente a la cabeza. El hecho de que estén los lóbulos de la oreja adheridos, es una condición **homocigótica** determinada por un gen recesivo.

Se llama pulgar andariego el hecho de que se pueda separar el dedo pulgar hasta formar un ángulo de unos  $90^\circ$  o más y está determinado por un gen recesivo (**p**); igualmente los dedos largos, dedos sin vello, pulgar derecho sobre el izquierdo, cuando se entrecruzan están determinados por genes recesivos. Si tienes la línea continua de pelo (**c**) (Figura 3.12) y no presentas hoyuelo en las mejillas (**h**), posees la condición homocigótica recesiva, para ambas características.

Las características que presentas y son observables en tus manos y en tu cara, por ejemplo dedos cortos y anchos, hoyuelo en las mejillas, es el **fenotipo**, controlado genéticamente y representado con letras para cada gen (**genotipo**).



## EXPERIENCIA 2

¿Por qué te ves así?

Piensa y anota.

- Si dos personas tienen la misma característica, por ejemplo «pico de viuda», ¿piensas que tiene la misma constitución genética o genotipo?
- ¿Por qué se expresa esa característica?

### Cuadro 3.6 Genotipo



Análisis  
de la  
experiencia:



¿Qué sabes  
del  
tema?

- ¿ Cuántos genes están involucrados en esa característica

Hazlo, observa y anota.

- \* Escribe en el siguiente cuadro el genotipo correspondiente al fenotipo señalado.

Fenotipo	Genotipo
Pulgar separado 45°	
Pulgar separado 90°	
Enrollamiento de la lengua	
No - enrollamiento de la lengua	

La apariencia y otras características observables de un organismo constituye su fenotipo. Aunque un alelo recesivo puede no expresarse en el fenotipo, todos los alelos (genes) existen independientemente en la constitución genética o genotipo del organismo.

La mayoría de las características hereditarias se determinan mediante la interacción de más de un par de genes, a veces, de muchos pares. La expresión fenotípica de un gen determinado no solo depende de los alelos del gen presente en el organismo, sino también de otros genes y del ambiente.

Gregor Mendel, quien fue el primero en formular los principios básicos de la herencia, utilizó letras como símbolos para representar los genes. Los caracteres dominantes los representó con letras mayúsculas y los caracteres recesivos, con las correspondientes letras minúsculas. Así los genes para el pulgar separado 45° se representan por PP o Pp, donde la condición homocigótica dominante se expresa fenotípicamente de la misma forma que la condición heterocigótica o mixta. En el caso del pulgar andariego separado 90°, los genes se representan por pp, única condición posible para que un gen recesivo se exprese.

## EXPERIENCIA 3

### Variaciones del fenotipo

Piensa y anota.

Si hay un cambio en la secuencia de las bases nitrogenadas.

- Piensas que traería cambios en el fenotipo?
- ¿Este cambio en la estructura del ADN traería variaciones entre los individuos?



Análisis  
de la  
experiencia:



¿Qué sabes  
del  
tema?

Hazlo, observa y anota.

- \* Compara la escritura de las palabras en las tres líneas siguientes:
  1. QUÉ FEO SIN ESA VOZ.
  2. FUE FEO SIN ESA VOZ.
  3. QUÉ VEO SIN ESA VOZ.
- ¿Qué cambios observas en las líneas 2 y 3 con respecto a la 1?
- ¿Se altera el sentido de las líneas con estos cambios?
- \* Si hacemos la analogía de que cada palabra representa una tripleta de bases nitrogenadas en una secuencia específica, o sea en el gen,
  - ¿Crees que se afectaría el producto de esta secuencia, si se altera un nucleótido?
  - ¿Estos cambios podrían alterar el fenotipo en una población?

Una **mutación** es un cambio heredable en el material genético de una célula, produciéndose una alteración en la estructura del ADN. De vez en cuando se produce alguna mutación en la réplica del ADN, por colocarse una Citosina en lugar de una Timina o una Adenina en lugar de una Guanina.

Aunque se trate de un cambio de un nucleótido por otro, hay una alteración en la secuencia del gen, que se traduce posteriormente en una modificación de la secuencia de aminoácidos de una proteína, lo cual puede causar cambios evidentes en el fenotipo del individuo.

## EXPERIENCIA 4

Otra fuente de variación

Piensa y anota.

- Si el cambio en las secuencias de las bases nitrogenadas fuera la pérdida de un nucleótido, ¿piensas que traería variación en el fenotipo?

Hazlo, observa y anota.

- Compara la escritura de las dos líneas siguientes:
  1. QUÉ FEO SIN ESA VOZ.
  2. QUÉ EOS INE SAV OZ.
- ¿Qué cambios aprecias en las línea 2 con respecto a la 1?



Análisis  
de la  
experiencia:



Reafirma  
tus  
conocimientos.

- ¿Se altera el sentido de la frase con estos cambios?
- Si cada palabra representa una tripleta o codón,
- ¿Crees que este cambio afecta la lectura del código?
- ¿Estos cambios podrían alterar el fenotipo en una población?

La pérdida o adición de una sola letra provoca el cambio de todas las palabras de tres letras posteriores al cambio. Este ejemplo ilustra una, mutación que altera la fase de lectura. Donde se debe leer FEO, se lee EOS; se lee INE donde debe ser SIN y así sucesivamente porque la letra F se perdió y las tripletas son organizadas sin ésta. Si cada palabra representa una tripleta, entonces se incorporarán aminoácidos distintos de los normales en la proteína, ya que las tripletas se han modificado.

Regresa a la pregunta central y contéstala.

El término fue acuñado por W. Johannsen en 1909 para referirse a los factores hereditarios de Mendel. Estudios tanto citológicos como genéticos, mostraron que los genes, aunque de naturaleza química desconocida en ese entonces, eran las unidades fundamentales de la herencia. En términos químicos, el gen es una cadena lineal de nucleótidos, los bloques químicos que constituyen el ADN y ARN.

Una definición más conceptual del gen es considerarlo como una unidad de almacenamiento de información, capaz de sufrir replicación y expresión. Es la unidad funcional de la herencia.

Los genes actúan para producir fenotipos diferentes. Podemos deducir que su acción sigue el esquema:

gen → producto → expresión fenotípica.

Las variantes dominantes y recesivas no siempre son tan nítidas como las estudiadas en la genética mendeliana. Algunas características parecen mezclarse como resultado de los efectos combinados de los productos génicos, lo que se llama dominancia incompleta.

Los productos directos de los genes son moléculas de ARN que intervienen en la síntesis de proteínas. Los distintos genes codifican las moléculas de ARN mensajero que a su vez, determinan la secuencia de aminoácidos de una proteína. Las proteínas producidas actúan como enzimas, anticuerpos, hormonas y elementos estructurales en todo el cuerpo.

En otras oportunidades, los alelos pueden presentar codominancia: aquí los individuos heterocigotos, en lugar de presentar un fenotipo intermedio, expresan ambos alelos, por lo que su fenotipo es la expresión aditiva de los genes de sus progenitores homocigotos y se encuentra simultáneamente, la expresión del fenotipo codificado en cada cromosoma de los progenitores. Un ejemplo conocido de codominancia es el de los grupos sanguíneos humanos, cuando los genes dominantes A y B se expresan ambos para determinar el tipo sanguíneo AB.

Aunque cualquier organismo diploide, con dos cromosomas de cada tipo presenta sólo dos alelos de un gen dado, es frecuente que para ciertos genes, existan más de dos formas alélicas en la población de organismos. Estos alelos múltiples resultan de mutaciones diferentes en un solo gen y pueden tener diferentes relaciones de dominancia entre sí. Por ejemplo el color del pelaje en los conejos está determinado por una serie de cuatro alelos: C, coloración oscura o agutí, C<sup>ch</sup> color gris claro o chinchilla, C<sup>h</sup> albino con las extremidades negras o himalayo, y el c, albino.

En la naturaleza, las mutaciones se originan al azar. Aunque las causas siguen siendo inciertas, se conocen bastantes agentes externos que pueden producir mutaciones como las radiaciones ambientales y algunas sustancias químicas. La exposición a la luz ultravioleta, por ejemplo, inhibe la replicación del ADN porque se causa una lesión que consiste en la unión de dos bases Timina, formando lo que se llama un «dímero».

Una mutación en una célula del cuerpo, que no sea sexual (célula somática), puede provocar alteraciones en el organismo en el que se presente; pero desaparece en el momento en que muere el individuo en que se originó. Sin embargo, las mutaciones en las células sexuales, óvulos y espermatozoides, pueden transmitirse como rasgos hereditarios diferenciadores a los descendientes del organismo en los que tuvo lugar la mutación.

Aunque la mayoría de las veces el cambio en los nucleótidos va a ser perjudicial, en contadas ocasiones puede provocar que mejore un gen y gracias a esta característica se sintetice una proteína distinta que tenga propiedades que incidan en la formación de estructuras más eficaces. En estos casos raros, los portadores de la mutación poseen ventajas adaptativas con respecto a sus congéneres, por lo que es posible que con el tiempo, y después de muchas generaciones, el gen mutado sustituya al gen original en la población.



Aplica  
tus  
conocimientos.

Con base en lo que has aprendido, contesta las siguientes preguntas:

Escoge la respuesta correcta.

1. Son los productos directos de un gen.  
a. moléculas de ARN                      b. moléculas de ADN  
c. proteínas                                  d. azúcares
2. ¿Cómo se llama a las formas alternas de un gen ?  
a. isómeros                                  b. Traslocaciones  
c. entrecruzamientos                      d. alelos
3. ¿Qué determina el tipo sanguíneo?  
a. genes                                        b. base nitrogenada  
c. anticuerpo                                 d. cromosoma
4. El genotipo de una persona con hoyuelos en las mejillas, se representa.  
a. hh    b. Hh  
c. HH    d. hH
5. El lóbulo de la oreja adherido está determinado por un gen  
a. dominante                                  b. codominante  
c. recesivo                                      d. múltiple.

A continuación se presenta una serie de afirmaciones para que identifiques si son verdaderas o falsas y por qué:

6. Una característica está determinada siempre por un par de genes  
a. verdadero                                  b. falso
7. un par de genes recesivos corresponde a la condición heterocigótica.  
a. verdadero                                  b. falso
8. Codominancia se refiere a aquellos individuos heterocigotos, en lugar de presentar un fenotipo intermedio, expresan ambos alelos.  
a. verdadero                                  b. falso

Piensa y anota.

9. ¿Qué es un gen? Explica.
10. Escribe tu concepto de genotipo.
11. Escribe tu concepto de mutación.
12. ¿Por qué se considera una mutación a la falta de una base nitrogenada?
13. ¿Menciona ejemplos de factores que pueden alterar el código genético?
14. Si ocurre una mutación en una célula somática, se heredará a la descendencia? Explica.
15. Si en la escena de un crimen se encuentran varias hebras de cabello, ¿podría conocerse el culpable del crimen, utilizando esta muestra? Explica.
16. Rellena el siguiente cuadro con las características que presentan los miembros de tu familia.

**Cuadro 3.7**  
Características familiares

Características	Padre	Madre	Hermano 1	Hermano 2	Hermano 3
Color de pelo					
Color de ojos					
Tez					
Lóbulo de la oreja					
Tipo sanguíneo					
Pulgar					

- \* Analiza los resultados del cuadro.
- ¿Puedes decir qué características de las que aparecen en tu familia, son dominantes y cuáles recesivas?



Avances del tema.

## HUELLA GENÉTICA

Desde cuando el británico Alex Jeffreys de la Universidad de Leicester concibió, en 1985, un nuevo método de identificación genética de cada individuo a partir de su ADN (ácido desoxirribonucleico), la medicina legal ha dado un salto extraordinario, básicamente simple. Ahora es posible, en cinco o seis horas y a menor costo, contar con la «cédula de identidad» genética de cualquier persona a partir de casi nada: una minúscula mancha de sangre, un pelo, la saliva dejada en una colilla de cigarrillo, en un sello, en un vaso o en el cepillo de dientes, huellas de transpiración en cualquier prenda de vestir o, con mayor razón, una gota de esperma. Esas «pruebas» no eximen, sin embargo, de una reflexión elemental: porque se hallan encontrado «rastros» de una persona en el lugar del crimen ésta no es necesariamente culpable.

Con excepción de los gemelos idénticos, todo ser humano tiene una estructura diferente de ADN, molécula presente en el núcleo de cada célula. Se estima que menos del 10% del todo el ADN codifica proteínas. Se ignora aún la función del resto (llamado «no codificante», del que no puede extraerse información sobre la salud o las anomalías genéticas, al menos hasta el presente), formado en parte por secuencias idénticas. Son esas unidades repetitivas las que se analizan en una serie de cifras para establecer el perfil genético de cada individuo. Esos datos se asemejan a «códigos de barras» de un envase de supermercado que pueden almacenarse fácilmente en un fichero informático.

Este código de ADN ayuda a dilucidar muchos hechos criminales. Un ejemplo de lo anterior es el caso de una mujer que desapareció de su casa; a los pocos días, se descubrió su auto abandonado y se encontraron manchas de sangre que se presumía pertenecían a la víctima. También se encontró una blusa en un bosque cercano, manchada con la misma sangre. En la blusa había, además, pelos de gato. Al poco tiempo, el cuerpo apareció enterrado y se pudo confirmar que la sangre encontrada en el auto era efectivamente de la víctima. Todos los indicios hacían sospechar de su ex esposo, quien vivía con su gato llamado «bola de nieve». Los biólogos moleculares extrajeron el ADN de la raíz del pelo de gato encontrado en la blusa y lo compararon con el de «bola de nieve». Determinaron con alta probabilidad que el pelo pertenecía al gato del sospechoso. La evidencia fue considerada adecuada para condenar al ex esposo de asesinato.

En general, el análisis estándar de sangre o de semen puede identificar a un sospechoso de un crimen con un grado de certeza que alcanza entre el 90 y el 95%, lo que deja cierto espacio para la defensa. A menudo, en la escena de un crimen sólo se encuentran muestras muy pequeñas de evidencia biológica. El método de amplificación génica conocido como PCR (reacción en cadena de la polimerasa) permite tomar un diminuto fragmento de ADN y en pocas horas sintetizar millones de copias de una porción de él.



¿Sabías que...?



Pregunta Central:



¿Qué sabes del tema?

## MANIPULACIÓN DEL GEN

La ciencia puede descubrir lo que es cierto, pero no lo que es bueno, justo y humano.

Marcus Jacobson.

Probablemente el algodón de tu camisa y de tus pantalones procede de plantas de algodón que difieren de sus ancestros naturales por haber sufrido un intenso programa de mejora, que consiste en la aplicación de métodos genéticos para alterar el ADN. Lo mismo puede decirse de tu comida más reciente: arroz, trigo, pollo, ternera, cerdo y otros organismos que sirven de alimento a los seres humanos, también han sido modificados genéticamente.

Para cubrir las necesidades humanas se han seleccionado genéticamente hongos y bacterias. La levadura es un ejemplo de un hongo cuyo uso es básico en la industria de la panadería, bebidas alcohólicas y combustible a base de alcohol. El antibiótico penicilina, la ciclosporina, que es un fármaco inmunosupresor, y todo un conjunto de compuestos de interés industrial como el ácido cítrico y la amilasa, se obtienen de hongos.

Las bacterias sometidas a mejoras genéticas descomponen contaminantes en productos inofensivos e igualmente, ofrecen antibióticos como la estreptomocina a la medicina.

Hoy día estamos en una nueva era en la que es posible manipular directamente el ADN para obtener en un tubo de ensayo nuevas cepas de microorganismos, diseñados específicamente para la obtención de productos que cubrirán nuestras necesidades. Esta técnica de manipulación molecular se conoce como ingeniería genética.

El hombre ha modificado el ADN, ¿cómo piensas que lo ha logrado?

### ACTIVIDAD EXPLORATORIA

#### Biotecnología

Piensa, observa y anota.

Después de un aguacero las lombrices de tierra pueden observarse en la superficie y dejan un cúmulo de tierra de consistencia diferente.

- ¿Qué beneficios se obtiene de estos organismos?
- ¿Crees que el cultivo de estas lombrices podría utilizarse en la biotecnología?

Si en un macetero encuentras lombrices de tierra que se alimentan con materia orgánica vegetal, podrás notar que las plantas se desarrollan hermosas, las hojas presentan un color verde encendido, las flores son grandes y vistosas, y la tierra es de aspecto húmedo y negro.

- ¿Piensas que las lombrices podrían ser las responsables de este efecto?
- ¿Se podría considerar biotecnología la obtención de la tierra de este aspecto y el efecto en las plantas?

La lombriz de tierra, especialmente la roja californiana, es doméstica y puede cultivarse fácilmente. Al alimentársele periódicamente, produce un abono con alto contenido de materia orgánica que ayuda al mejoramiento de suelos pobres, incrementando su productividad. Si se comercializa este producto, brinda beneficios económicos y ayuda a preservar la salud, debido a que no se necesitan agroquímicos en los cultivos agrícolas.

En el caso que nos ocupa, el proceso sí es considerado una biotecnología de primera generación porque se obtiene un bien y un beneficio económico al comercializar la tierra producida por las lombrices como abono.

Actualmente la biotecnología utiliza tecnologías aplicadas a los seres vivos, con herramientas de la ingeniería genética y otras para llevar a cabo procesos como la recombinación del ADN.

## EXPERIENCIA 1

### Modelo de manipulación del ADN

Piensa y anota.

Si utilizas el segmento de la cadena modelo de la molécula de ADN elaborada anteriormente en la sección 3.2, y suponiendo que es el ADN de una célula eucariota,

- ¿podrías cambiar una tripleta de bases nitrogenadas por otra tripleta diferente?
- Si la secuencia de bases nitrogenadas cambia, ¿tendrías la misma proteína como producto?
- En una molécula de ADN, ¿se podría sustituir una secuencia determinada (gen), por otra procedente de otro ser vivo?

Hazlo, observa y anota.

- \* Utiliza el modelo del segmento de ADN que elaboraste en la sección 3.2 de este capítulo.



¿Qué sabes del tema?



Análisis  
de la  
experiencia:



Reafirma  
tus  
conocimientos.

- \* Toma un trozo de papel manila de 30 cm y ordena la siguiente secuencia de bases nitrogenadas AAA GCG, utilizando la misma metodología mediante la cual armaste el modelo de toda la cadena de ADN. Este trozo es una porción de segmento con otra secuencia.
- \* Inserta el trozo con la nueva secuencia después del primer codón (primera tripleta de bases nitrogenadas).
- \* Observa cuidadosamente la cadena nueva con el trozo insertado. Compara esta cadena con la clave que aparece en la sección 3.2.
- ¿Encuentras alguna diferencia en los aminoácidos resultantes?
- Si la cadena modelo fuese un gen, ¿crees que tiene el mismo código para la misma proteína?
- Realizamos una simulación con bases nitrogenadas de papel, las cortamos con tijeras y las pegamos con goma, ¿cómo crees que se realiza el proceso en la vida real? Explica.
- ¿Se podrían asociar segmentos de ADN de dos líneas de parentescos diferentes como de plantas y animales, o de procariontas y animales?

Se conoce como a **ADN recombinante** a la asociación entre moléculas de ADN o entre segmentos que normalmente no están juntos. El éxito de esta tecnología del ADN recombinante se basa en el uso de un tipo de enzimas (proteínas) llamadas **endonucleasas de restricción** que cortan el ADN en sitios específicos.

Los fragmentos producidos después de la acción de las endonucleasas, se unen a vectores de ADN por otra enzima, la ADN **ligasa** para formar moléculas de ADN recombinante. Un vector es un agente en el cual se insertará un segmento de ADN ajeno. Las plantas, animales o bacterias que contienen un gen que no le es propio se llaman **transgénicos**.

Si todos los seres vivos tienen la información genética en su ADN, que utiliza el mismo código de las mismas bases nitrogenadas, entonces no existe ningún impedimento para que se asocien sus genes.

Regresa a la pregunta central y contéstala.

En la investigación del ADN recombinante, los biólogos se dieron cuenta de que si los fragmentos de ADN que codifican ciertas proteínas (particularmente las de importancia médica o agrícola) pudieran transferirse a bacterias y ser expresadas, las bacterias podrían funcionar como «fábricas» que suministrarían una fuente virtualmente ilimitada de proteínas.



Aplica  
tus  
conocimientos.

El término biotecnología se introdujo a partir de 1917 por un ingeniero húngaro, Karl Ereky, para describir aquellos procesos en los que se formaban productos a partir de materiales crudos, con la ayuda de la actividad metabólica de organismos vivos. Hoy, el término biotecnología engloba todo tipo de producción industrial de «bienes y servicios» por medio de procesos que utilizan organismos, sistemas o procesos biológicos.

La primera síntesis de una proteína animal en una célula bacteriana fue la hormona con cadena corta de aminoácidos llamada somatostatina. Más recientemente, se han introducido genes en células bacterianas para producir otras proteínas útiles en medicina y que han funcionado correctamente.

Manipular los genes de una planta no es fácil, aunque tampoco requiere una tecnología demasiado complicada. Para introducir en ella material genético, los científicos se valen de una bacteria. De ella extraen los llamados plásmidos, que son cadenas circulares de ADN extracromosómico, los rompen e insertan en ellos fragmentos de genes, en este caso, los que portan las proteínas humanas de interés terapéutico.

Con base en lo que has aprendido, contesta las siguientes preguntas:

Piensa y contesta.

1. Escribe tu concepto de biotecnología.
2. ¿Cuál es la diferencia entre cortar con tijeras y dividir con una enzima de restricción?
3. ¿Cómo se llama a las «tijeras biológicas» que cortan el ADN?
4. ¿Qué función tienen los vectores?
5. ¿Cuál es el «pegamento» que une fragmentos de ADN a vectores?

Escoge la respuesta correcta.

6. Fue la primera síntesis de una proteína de mamífero, en una célula bacteriana.  
a. insulina  
b. somatostatina  
c. somatotropina  
d. ligasas
7. El término biotecnología fue acuñado por:  
a. K. Ereky  
b. Watson  
c. F. Crick  
d. P. Miesdy
8. Se llama transgénicos a los seres vivos que:  
a. contienen un gen ajeno  
b. cruzan barreras  
c. se cortan con ligasas  
d. usan enzimas



# Referencias

- Acuña, et al. (1985). Fundamentos de Química Orgánica. San José, C.R.: Editorial de la Universidad de Costa Rica.
- Aguilar, A., Cruz, S. & Flores, J. (1997). Una ojeada a la Materia. [En línea]. Editorial Fondo de Cultura Económica. <<http://lectura.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencias/volumen1/ciencias2/os/htm/ojeada.html>>[2002,junio].
- Alexander,P.et al.(1992).Biología.New Jersey:PrenticeHall.
- Audesirk, T. & Audesirk, G. (1996). Biología. La vida en la tierra. (4a. ed.). México: Prentice Hall.
- Babor, J. & Ibarz, J. (1998). Química General Moderna. (2a. ed.). España: Editorial Marín, S.A.
- Biggs, A., Kapicka, Ch. & Lundgren, L. (2000). Biología: la dinámica de la vida. México: Mc Graw-Hill. Interamericano Editores.
- Buibulian, S. (2002, julio 21). La radiactividad y la estimación de edades. [En línea]. Editorial Fondo Cultural Económica. <<http://lectura.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen1/ciencias2/42/htmSEC-10.html>>[2002,mayo15].
- Centro Nacional de Metrología, Querétaro, Qro. México. (2001). Sistema Internacional de Unidades. En línea. Centro Nacional de Metrología. <<http://www.cenam.mx/sitio/si.htm>> 2002,marzo1. Chang, Raymond. (1999). Química. (6a. ed.). México: Editorial McGraw-Hill.
- Choppin,G.,Jaffe,B.,Summerlin,L.,&Jackson,L.(1976). Química. México: Publicaciones Cultural, S.A.
- Cifuentes, J. L., Torres-García, P. & Frías, M. [1995]. Las precipitaciones atmosféricas y el ciclo del agua. [Enlínea]. Fondode Cultura Económica
- <<http://lectura.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia1volumen1/ciencia2/17/htm/sec14.html>> 2002, junio 12.
- Comisión Chilena de Energía Nuclear. Plasma Físico. En línea. <<http://www.cchen.cl/37/index.php?docp=3>> 2002, abril 1.
- Curtis, H. et al. (2000). Biología. (4a. ed.). Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Deramond. (2001, mayo 12). Humedad Relativa. [En línea]. Universidad de Chile Centro Nacional de Electrónica y Te 1 e c o m u n i c a c i o n e s. <<http://cipres.cec.uchile.cl>
- [fderamon/humedad1.html](http://fderamon/humedad1.html)> 2002,junio 12.

# Referencias

- Dillard, C. & Goldberg, D. (1997). Química reacciones, estructuras y propiedades. New York: Fondo Educativo Interamericano, S.A.
- Escobedo, J. (1996, mayo 23). Estados de la Materia. [En línea]. División de ingeniería y arquitectura. <[Http://www.ur.mx/cursos/diyal/química/jescobed/estados.htm](http://www.ur.mx/cursos/diyal/química/jescobed/estados.htm)> [2002, abril 25].
- Enosa. 1966. Manual de experiencias de microscopia. Madrid: Enosa.
- Flores, E. & Moreno, J. E. (2001). Ciencias Físicas o Filosofía de la Naturaleza (2a. ed.). Panamá: Universidad de Panamá.
- Garritz, A. & Chamizo, J. A. (1994). Química. U.S.A: Addison-Wesley Iberoamericana, S.A.
- Garritz, A. & Chamizo, J. A. 2002, julio 21. Contraportada. En línea. Fondo de Cultura Económica, S. A.
- <[Http://lectura.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/072/htm/sec9.htm](http://lectura.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/072/htm/sec9.htm)> [2002, abril 41].
- Gherman, E. (2001, junio 15). Plasma. En línea. <<http://www.geocities.com/edug2406/estudioplasma.htm>> 2002, abril 1.
- Jiménez, A. (2002, marzo 3). Yodo. [En línea]. <[www.adi.uam.es/docencia/elementos/spv2/conmarcos/elementos/i.html](http://www.adi.uam.es/docencia/elementos/spv2/conmarcos/elementos/i.html)> [2002, junio 5].
- Karp, g. (1996). Biología celular y molecular. (2a. ed.). México: McGraw-Hill.
- Klug, W. & Cummings, M. (1999). Conceptos de Genética. (5a. ed.). Madrid: Prentice Hall.
- León, Ignacio. (2000). La Química nuestra de cada día. Barcelona: Editorial Plaza d'Janés, S.A.
- Martínez, 1. Magnitudes, Unidades y Medidas. En línea. <[http://imartinez.etsin.upm.es/ot1/Units\\_eshtm#INTRODUCCION](http://imartinez.etsin.upm.es/ot1/Units_eshtm#INTRODUCCION)> 2002, junio 25.
- Masterton & Hurley. (1998). Chemistry, Principles and Reactiond. U.S.A: Harcourt Brace College Publishers.
- Mattar, S. et al. (1997). Ciencias: Exploremos la naturaleza 9. Santa Fe de Bogotá: Prentice Hall.
- Menéndez, J. (2002, julio 22). Mezclas explosivas. [En línea].
- Boletines Químicos de Principado No 33. <<http://www.alquimicos.com/quimprin/33/esplosivas.html>> [2002, mayo 3].

# Referencias

- Mortimer, Charles E. (1983). Química. México: Grupo Editorial Iberoamericana.
- Pérez, F. & Raola, O. (1984). La Química: Un universo a tu alcance. La Habana: Editorial Científico-Técnica.
- Prieto, F. (1996). Microscopio de fuerza atómica. En línea. AUPEC <<http://www.univalle.edu.co/~aupec/AUPEC/octubre96/atomico.html>>. 2002, junio 6.
- Rodríguez, A. (2002, abril 2). Introducción a la Astronomía. En línea. <<http://www.mipagina.cantv.net/aquilesr/intro.htm>> 2002, mayo 20.
- Romero, J. (2002, mayo 8). La materia. [En línea]. Junta de Andalucía Consejería de educación y ciencias. <<http://personal.redestb.es/romeroa/materia/index.htm>> [ 2002, junio 12].
- Serway, R.A. (2001). Física, Tomo 1 ( 5a. ed.). México: McGraw-Hill Interamericano Editores, S.A.
- Sherman, A. Sherman, S. & Russikoff, L. (1999). Conceptos de Química. México: Compañía Editorial Continental, S.A.
- Towle, A. & Otto, J. H. (1993). Biología Moderna. (2da ed.). México: McGraw-Hill.
- Whitten, K., Gailey, K. & Davis, R. (1992). Química General, (3a ed.). España: McGraw Hill.
- William, D. & Seese, W. (1996). Química. (7a. ed). México: Pearson Education.
- Wilson, J. D. (1996). Física (2a. ed.). México: Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.
- Wolfe, D. (1990). Química General, Orgánica y Biología. Colombia: McGraw-Hill.

Este libro se terminó de imprimir  
en el mes de junio del 2009  
en los talleres gráficos de  
**EDITORAMA, S.A.**  
Tel: (506) 2255-0202  
San José, Costa Rica

Nº 20.006

**José Emilio Moreno Ramos.** Educador panameño. Ha hecho estudios profesionales desde el Profesorado en Segunda Enseñanza con especialización en Física, hasta un doctorado en Ciencias (Ciencias de Materiales) en la Universidad Nacional Autónoma de México. En la docencia y en investigación se ha desempeñado principalmente en la cátedra universitaria en las universidades de Panamá y Santa María La Antigua. Tiene numerosas publicaciones de orden científico y técnico, así como un libro de texto.

**María Lourdes Lezcano Trejos.** Es de nacionalidad panameña. Inicialmente se formó como Profesora de Segunda Enseñanza con especialización en Física, obteniendo luego una Licenciatura, una Maestría y una especialidad en Docencia Superior. La maestría, con mención en Geofísica, la cursó en la Universidad Nacional Autónoma de México. Ha desempeñado labores de docencia en el nivel medio superior y en la Universidad. Cuenta con numerosas publicaciones, conferencias dictadas, asistencia a congresos y seminarios nacionales e internacionales.

**Carmen Emilia Zorita M.** Es Panameña. Tiene una Licenciatura en Química y es Especialista en Docencia Superior de la Universidad de Panamá. Tiene experiencia docente en el Colegio de las Esclavas del Sagrado Corazón de Jesús (22 años) y en las Universidades Latina y de Panamá, así como en el Centro de Investigaciones para el Mejoramiento de las Ciencias Naturales y Exactas, CIMECNE, del cual es directora. Ha realizado varias investigaciones, ponencias, conferencias, asesorías y publicaciones.

**Marcela de Araúz Crespo Martínez.** De nacionalidad panameña. Tiene un Profesorado en Segunda Enseñanza, en Química, dos Licenciaturas: una en Química y otra en Química Industrial y una Especialización en Docencia Superior, todos de la Universidad de Panamá. Así mismo cursó estudios de Doctorado en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Oviedo, España. Se ha desempeñado laboralmente como Química, Asistente de Laboratorio, profesora de Química, temporal y titular, especialmente en la Universidad de Panamá. Ha realizado numerosas investigaciones, asesorías, conferencias, ponencias y publicaciones.

**María Seneira Ledezma González.** Originaria de Panamá. Estudió Bachillerato en Ciencias y continuó su profesionalismo con una Licenciatura en Biología y un posgrado en Docencia Superior, ambos en la Universidad de Panamá, para concluir con una Maestría en Salud Pública y una Especialización en Epidemiología en la misma universidad. Su desempeño laboral ha estado fundamentalmente centrado en el profesorado en la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología en la Universidad de Panamá. Además de numerosos cursos, seminarios, conferencias e investigaciones ha realizado varias publicaciones.

**Rossana Carreiro Hernández.** De nacionalidad panameña. Estudió Licenciatura en Biología, una especialidad en Docencia Superior y una Maestría en Ciencias, con Especialización en Entomología, todas en la Universidad de Panamá. Su experiencia profesional ha estado centrada en la docencia en la Universidad de Panamá, así como en la realización de varias investigaciones.

“Este libro fue concebido a partir de la experiencia obtenida como investigadores, al trabajar con un grupo de estudiantes de una escuela normal. Como producto de esta experiencia, decidimos hacer un esfuerzo por preparar una obra que pudiera servir de apoyo en la formación de los futuros maestros. Las innovaciones que presentamos en esta obra radican fundamentalmente en la forma de presentar los conceptos, mediante experiencias en las cuales el estudiante participa activamente en la construcción de su conocimiento. Esta obra será de gran utilidad tanto al maestro en formación como al docente en ejercicio”...