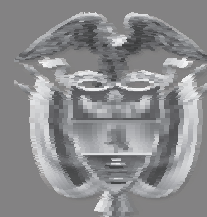


# CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

# 7



**SEP**



# COLOMBIA

## MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL

### COORDINACIÓN PEDAGÓGICA Y EDITORIAL

Mary Luz Isaza Ramos

### ASESORÍA PEDAGÓGICA Y DIDÁCTICA

Edith Figueredo de Urrego Ciencias Naturales y Educación Ambiental:  
(Biología, Física, Química, Educación Ambiental)

Cecilia Casasbuenas Santamaría Matemáticas

### ADAPTACIONES Y/O PRODUCCIONES NACIONALES MATERIAL IMPRESO

Edith Figueredo de Urrego  
Ana María Cárdenas Navas Biología y Educación Ambiental

Cecilia Casasbuenas Santamaría  
Virginia Cifuentes de Buriticá Matemáticas

Patricia Arbeláez Figueroa Educación en Tecnología

Eucaris Olaya Educación Ética y en Valores Humanos

Alejandro Castro Barón Español

Mariela Salgado Arango  
Alba Irene Sáchica Historia Universal

Antonio Rivera Serrano  
Javier Ramos Reyes Geografía Universal

Edith Figueredo de Urrego  
Alexander Aristizábal Fúquene  
César Herreño Fierro  
Augusto César Caballero  
Adiela Garrido de Pinzón Física, Química y Ambiente

Betty Valencia Montoya  
Enoc Valentín González Palacio  
Laureano Gómez Ávila Educación Física

Edith Figueredo de Urrego  
Mary Luz Isaza Ramos Horizontes de Telesecundaria

Mary Luz Isaza Ramos  
Edith Figueredo de Urrego Perspectivas del Camino Recorrido

**SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA - MÉXICO  
COORDINACIÓN GENERAL PARA LA  
MODERNIZACIÓN DE LA EDUCACIÓN  
UNIDAD DE TELESECUNDARIA**

**COORDINACIÓN  
GENERAL**

Guillermo Kelley Salinas  
Jorge Velasco Ocampo

**ASESORES DE  
TELESECUNDARIA  
PARA COLOMBIA**

Pedro Olvera Durán

**COLABORADORES**

**ESPAÑOL**

María de Jesús Barboza Morán, María Carolina Aguayo Roussel, Ana Alarcón Márquez, María Concepción Leyva Castillo, Rosalía Mendizábal Izquierdo, Pedro Olvera Durán, Isabel Rentería González, Teresita del Niño Jesús Ugalde García, Carlos Valdés Ortiz.

**MATEMÁTICAS**

Miguel Aquino Zárate, Luis Bedolla Moreno, Martín Enciso Pérez, Arturo Eduardo Echeverría Pérez, Josefina Fernández Araiza, Esperanza Issa González, Héctor Ignacio Martínez Sánchez, Alma Rosa Pérez Vargas, Mauricio Rosales Avalos, Gabriela Vázquez Tirado, Laurentino Velázquez Durán.

**HISTORIA UNIVERSAL**

Francisco García Mikel, Ivonne Boyer Gómez, Gisela Leticia Galicia, Víctor Hugo Gutiérrez Cruz, Sixto Adelfo Mendoza Cardoso, Alejandro Rojas Vázquez.

**GEOGRAFÍA GENERAL**

Rosa María Moreschi Oviedo, Alicia Ledezma Carbajal, Ma. Esther Encizo Pérez, Mary Frances Rodríguez Van Gort, Hugo Vázquez Hernández, Laura Udaeta Collás, Joel Antonio Colunga Castro, Eduardo Domínguez Herrera, Alma Rosa María Gutiérrez Alcalá, Lilia López Vega, Víctor López Solano, Ma. Teresa Aranda Pérez.

## **BIOLOGÍA**

Evangelina Vázquez Herrera, César Minor Juárez, Leticia Estrada Ortuño, José Luis Hernández Sarabia, Lilia Mata Hernández, Griselda Moreno Arcuri, Sara Miriam Godrillo Villatoro, Emigdio Jiménez López, Joel Loera Pérez, Fernando Rodríguez Gallardo, Alicia Rojas Leal.

## **INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA Y QUÍMICA**

Ricardo León Cabrera, Ma. del Rosario Calderón Ramírez, Ma. del Pilar Cuevas Vargas, Maricela Rodríguez Aguilar, Joaquín Arturo Melgarejo García, María Elena Gómez Caravantes, Félix Murillo Dávila, Rebeca Ofelia Pineda Sotelo, César Minor Juárez, José Luis Hernández Sarabia, Ana María Rojas Bribiesca, Virginia Rosas González.

## **EDUCACIÓN FÍSICA**

María Alejandra Navarro Garza, Pedro Cabrera Rico, Rosalinda Hernández Carmona, Fernando Peña Soto, Delfina Serrano García, María del Rocío Zárate Castro, Arturo Antonio Zepeda Simancas.

## **PERSPECTIVAS DEL CAMINO RECORRIDO**

Rafael Menéndez Ramos, Carlos Valdés Ortiz, Carolina Aguayo Roussel, Ma. de Jesús Barbosa Morán, Ana Alarcón Márquez.

**SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA - MÉXICO  
COORDINACIÓN GENERAL PARA LA  
MODERNIZACIÓN DE LA EDUCACIÓN  
UNIDAD DE TELESECUNDARIA**

**ASESORÍA DE CONTENIDOS**

<b>ESPAÑOL</b>	María Esther Valdés Vda. de Zamora
<b>MATEMÁTICAS</b>	Eloísa Beristáin Márquez
<b>INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA Y QUÍMICA</b>	Benjamín Ayluardo López, Luis Fernando Peraza Castro
<b>BIOLOGÍA</b>	Rosario Leticia Cortés Ríos
<b>QUÍMICA</b>	Luis Fernando Peraza Castro
<b>EDUCACIÓN FÍSICA</b>	José Alfredo Rutz Machorro
<b>CORRECCIÓN DE ESTILO Y CUIDADO EDITORIAL</b>	Alejandro Torrecillas González, Marta Eugenia López Ortiz, María de los Angeles Andonegui Cuenca, Lucrecia Rojo Martínez, Javier Díaz Perucho, Esperanza Hernández Huerta, Maricela Torres Martínez, Jorge Issa González
<b>DIBUJO</b>	Jaime R. Sánchez Guzmán, Juan Sebastián Nájera Balcázar, Araceli Comparán Velázquez, José Antonio Fernández Merlos, Maritza Morillas Medina, Faustino Patiño Gutiérrez, Ignacio Ponce Sánchez, Aníbal Angel Zárate, Gerardo Rivera M. y Benjamín Galván Zúñiga.

## ACUERDO DE COOPERACIÓN MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE COLOMBIA Y LA SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA DE MÉXICO

Colombia ha desarrollado importantes cambios cualitativos en los últimos años como espacios generadores de aprendizaje en los alumnos. En este marco el Ministerio de Educación de Colombia firmó con la Secretaría de Educación Pública de México un **ACUERDO DE COOPERACIÓN EDUCATIVA**, con el propósito de alcanzar mayores niveles de cooperación en el ámbito educativo.

En el acuerdo, el Gobierno de México a través de la Secretaría de Educación Pública, ofrece al Gobierno de Colombia el Modelo Pedagógico de **TELESECUNDARIA**, como una modalidad educativa escolarizada apoyada en la televisión educativa como una estrategia básica de aprendizaje a través de la Red Satelital Edusat.

El Ministerio de Educación de Colombia ha encontrado en el modelo de **TELESECUNDARIA**, una alternativa para la ampliación de la cobertura de la Educación Básica Secundaria en el área rural y una estrategia eficiente para el aprendizaje de los alumnos y las alumnas.

El programa se inicia en Colombia a través de una **ETAPA PILOTO**, en el marco del **PROYECTO DE EDUCACIÓN RURAL**, por oferta desde el Ministerio de Educación de Colombia en el año 2000, realizando las adaptaciones de los materiales impresos al contexto colombiano, grabando directamente de la Red Satelital Edusat los programas de televisión educativa, seleccionando los más apropiados a las secuencias curriculares de sexto a noveno grado, organizando 41 experiencias educativas en los departamentos de Antioquia, Cauca, Córdoba, Boyacá, Cundinamarca y Valle del Cauca, capacitando docentes del área rural y atendiendo cerca de 1 200 alumnos en sexto grado. El pilotaje continuó en el año 2001 en séptimo grado, 2002 en octavo grado, y en el año 2003 el pilotaje del grado noveno.

En la etapa de expansión del pilotaje se iniciaron por oferta en el presente año 50 nuevas experiencias en el marco del Proyecto de Educación Rural. Otras nuevas experiencias se desarrollaron con el apoyo de los Comités de Cafeteros, el FIP y la iniciativa de Gobiernos Departamentales como el del departamento del Valle del Cauca que inició 120 nuevas Telesecundarias en 23 municipios, mejorando los procesos de ampliación de cobertura con calidad.

El Proyecto de Educación para el Sector Rural del Ministerio de Educación Nacional - PER, inició acciones en los diez departamentos focalizados y en ocho de ellos: Cauca, Boyacá, Huila, Antioquia, Córdoba, Cundinamarca, Bolívar y Norte de Santander se organizaron por demanda 40 nuevas experiencias del programa de Telesecundaria a partir del año 2002.

Al presentar este material hoy a la comunidad educativa colombiana, queremos agradecer de manera muy especial al **Gobierno de México**, a través de la **Secretaría de Educación Pública de México - SEP** y del **Instituto Latinoamericano para la Comunicación Educativa - ILCE**, el apoyo técnico y la generosidad en la transmisión de los avances educativos y tecnológicos al Ministerio de Educación de Colombia.

## TABLA DE CONTENIDO

### ÁREA DE BIOLOGÍA Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

	Pág.		Pág.
Acuerdo.....	9	4.1 Nutrición .....	79
Estructura curricular.....	17	4.2 Nutrición en el ser humano. El aparato digestivo .....	85
Introducción.....	19	4.3 Nutrición y alimentación.....	92
Capítulo 1		4.4 Las sustancias nutritivas de los alimentos .....	94
<b>HORIZONTES DE LA BIOLOGÍA Y LA EDUCACIÓN</b>		4.5 Los grupos básicos de alimentos .....	99
<b>AMBIENTAL.....</b>	<b>21</b>	4.6 Dieta balanceada.....	100
1.1. Los recursos.....	22	4.7 Desnutrición y obesidad.....	103
1.2 Diseño de un proyecto de investigación .....	24	4.8 La alimentación regional balanceada .....	108
Capítulo 2		4.9 Circulación.....	111
<b>LA CÉLULA.....</b>	<b>29</b>	4.10 Estructura y soporte del cuerpo .....	123
2.1 Teoría celular .....	30	4.11 Crecimiento.....	128
2.2 Estructura y función celular .....	34	4.12 Deporte y salud.....	130
2.3 Diferencia entre las células .....	39	4.13 Responsabilidad del estudiante.....	132
2.4 Lesiones celulares .....	42		
Capítulo 3		<b>Capítulo 5</b>	
<b>HISTORIA DE LA VIDA.....</b>	<b>44</b>	<b>LOS ECOSISTEMAS Y LA PROBLEMÁTICA</b>	
3.1 Generación espontánea.....	45	<b>AMBIENTAL.....</b>	<b>135</b>
3.2 Panspermia o teoría cosmozoica.....	49	5.1 La biosfera.....	136
3.3 La teoría fisicoquímica.....	49	5.2 Las zonas biogeográficas.....	138
3.4 La historia del planeta Tierra.....	57	5.3 Los ecosistemas del planeta.....	142
3.5 Eones y eras geológicas.....	59	5.4 Los ecosistemas de Colombia.....	147
3.6 Eón Fanerozoico.....	61	5.5 El ecosistema local .....	156
3.7 Evidencia fósil de la evolución .....	73	5.6 El desequilibrio de los ecosistemas .....	159
Capítulo 4		5.7 Relaciones entre el ecosistema y la cultura .....	180
<b>FUNCIONES BIOLÓGICAS .....</b>	<b>78</b>	5.8 Las ecotecnologías .....	181
		Glosario de términos científicos y tecnológicos .....	187
		Bibliografía .....	197

# ÁREA DE FÍSICA, QUÍMICA Y AMBIENTE

ESTRUCTURA CURRICULAR .....	201
INTRODUCCIÓN .....	205

## Capítulo 1

<b>HORIZONTES DE LA FÍSICA, LA QUÍMICA Y EL AMBIENTE .....</b>	<b>207</b>
--	------------

1.1 Diagnóstico .....	208
1.2 La física y la química como ciencias .....	208
1.3 Principales avances de la física y la química .....	211
1.4 Ciencias que se relacionan con la física y la química .....	215
1.5 Metodología de la física y la química y sus relaciones con el ambiente .....	219
1.6 Historia de la ciencia: un investigador destacado. ....	223
1.7 Historia de la ciencia: la ciencia evoluciona .....	224
1.8 Proyecto .....	229

## Capítulo 2

<b>LA QUÍMICA Y TÚ .....</b>	<b>233</b>
------------------------------	------------

2.1 Química de los cuerpos celestes .....	234
2.2 Química en los organismos vivos .....	237
2.3 Química en el hogar .....	240
2.4 Materiales naturales y productos sintéticos .....	243
2.5 Fuentes de energía .....	246
2.6 Combustión .....	251
2.7 Efervescencia .....	255
2.8 Fermentación .....	256

## Capítulo 3

<b>NOCIONES BÁSICAS DE ENERGÍA .....</b>	<b>261</b>
--	------------

3.1 Tipos de energía .....	262
3.2 Características de los imanes .....	266
3.3 Fenómenos electrostáticos .....	269
3.4 Circuitos eléctricos .....	274
3.5 Propagación del calor .....	275
3.6 Dilatación de los cuerpos .....	279
3.7 El termómetro .....	282



## Capítulo 4

<b>INTERACCIÓN ENTRE LA MATERIA Y LA ENERGÍA .....</b>	<b>285</b>
4.1 Cambios físicos y químicos .....	286
4.2 Combustión y elasticidad .....	288
4.3 Cambios de estado de la materia .....	290
4.4 Sustancias puras .....	292
4.5 Mezclas .....	294
4.6 Métodos de separación de mezclas .....	295
4.7 Elementos químicos .....	300
4.8 Simbología química .....	303
4.9 Compuestos químicos .....	305

## Capítulo 5

<b>ORGANIZACIÓN DE LA MATERIA .....</b>	<b>309</b>
5.1. El átomo .....	310
5.2 Hipótesis atómica ( Dalton) .....	313
5.3 Molécula .....	315
5.4 Fórmulas químicas .....	317
5.5 Modelo atómico de Bohr .....	319
5.6 Los isótopos .....	322
5.7 Masa atómica y masa molecular .....	324

## Capítulo 6

<b>SIN FUERZAS NO HAY NADA .....</b>	<b>329</b>
6.1 Vectores .....	330
6.2 Efectos de una fuerza .....	332
6.3 Suma y resta vectorial .....	336
6.4 Representación del movimiento físico .....	341
6.5 Interpolación y extrapolación en gráficas .....	344
6.6 El movimiento rectilíneo .....	348
6.7 La velocidad y sus variables .....	351
6.8 Gráficas para resolver problemas .....	354
6.9 Fuerza centrípeta .....	357
6.10 Movimiento circular uniforme .....	362
6.11 El movimiento acelerado .....	365

6.12	El movimiento acelerado y su representación .....	368
6.13	Gravedad terrestre .....	372
6.14	Historia de la ciencia: Galileo Galilei .....	376
6.15	Caída libre de los cuerpos .....	378
6.16	Fuerzas y movimientos .....	379

## Capítulo 7

### **NEWTON, SU MANZANA Y SU ENERGÍA .....** 381

7.1	La energía como origen del movimiento .....	382
7.2	Las leyes de Newton (1ª y 2ª) .....	384
7.3	Acción y reacción (3ª ley de Newton) .....	388
7.4	Algo más sobre las leyes de Newton .....	390
7.5	Manifestaciones de la energía .....	392
7.6	El trabajo mecánico .....	394
7.7	Energía potencial .....	396
7.8	Energía cinética .....	399
7.9.	Ley de la conservación de la energía .....	401
7.10	La materia es energía .....	403
7.11	Transformación de la energía .....	406

### **Lecturas complementarias. Historia de la ciencia .....** 411

•	Lavoisier y la polémica del flogisto .....	411
•	Dalton y su teoría atómica .....	413
•	Bohr y su modelo atómico .....	415
•	Isaac Newton, un gigante en hombros de gigantes .....	417
•	Albert Einstein, el genio creador .....	421
	Glosario de términos científicos y tecnológicos .....	423
	Bibliografía .....	433

**ÁREA DE CIENCIAS NATURALES  
Y EDUCACIÓN AMBIENTAL**

**BIOLOGÍA  
Y EDUCACIÓN  
AMBIENTAL**



# ESTRUCTURA CURRICULAR

CONCEPTOS BÁSICOS	VIDEOS Y SESIONES DE APRENDIZAJE
<p style="text-align: center;"><b>Capítulo 1</b> <b>HORIZONTES DE LA BIOLOGÍA Y DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL</b></p> <p>1.1 Los recursos. 1.2 Diseño de un proyecto de investigación.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Núcleo Básico 1</b> <b>HORIZONTES DE LA BIOLOGÍA Y LA EDUCACIÓN AMBIENTAL</b></p> <p>1. (1.2) ¡Nuevamente bienvenido! 2. (2.2) ¿Recuerdas? 3. (3.2) Cómo hacerlo mejor. 4. (3.2) Buscando la solución.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Capítulo 2</b> <b>LA CÉLULA</b></p> <p>2.1 Teoría celular. 2.2 Estructura y función celular. 2.3 Diferencias entre las células. 2.4 Lesiones celulares.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Núcleo Básico 2</b> <b>LA CÉLULA</b></p> <p>5. Haciendo visible lo invisible. 6. (14.2) Comunes a todos los seres. 7. Gracias a él mejoramos su observación. 8. (15.2) Tan pequeña y tan compleja. 9. (16.2) Procarióticas y eucarióticas. 10. ¿Cómo se construye el edificio y cómo se afecta?</p>
<p style="text-align: center;"><b>Capítulo 3</b> <b>HISTORIA DE LA VIDA</b></p> <p>3.1. Generación espontánea. 3.2. Panspermia o teoría cosmozoica. 3.3. La teoría fisicoquímica. 3.4. La historia del planeta Tierra. 3.5. Eones y eras geológicas. 3.6. Eón fanerozoico. 3.7. Evidencia fósil de la evolución biológica.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Núcleo Básico 3</b> <b>HISTORIA DE LA VIDA</b></p> <p>11. (35.1) Buscando respuestas. 12. (36.1) ¿Generación espontánea? ¡No! 13. (37.1) El escenario de la vida 14. (38.1) ¿Cómo fue el principio? 15. (39.1) Cocinando la sopa primitiva. 16. Conociendo a Luis Pasteur. 17. (40.1) El túnel del tiempo. 18. (41.1) Al principio. 19. (42.1) Vida antigua. 20. (43.1) Edad de los reptiles. 21. (44.1) Predominio mamífero. 22. (45.1) Reliquias del pasado. 23. (46.1) Con el tiempo y un ganchito 24. (47.1) El tiempo que te quede libre 25. (48.1) ¡Valoremos nuestro trabajo</p>

CONCEPTOS BÁSICOS	VIDEOS Y SESIONES DE APRENDIZAJE
<p style="text-align: center;"><b>Capítulo 4</b> <b>FUNCIONES BIOLÓGICAS</b></p> <p>4.1 Nutrición  4.2 Nutrición en el ser humano. El aparato digestivo.  4.3 Nutrición y alimentación.  4.4 Las sustancias nutritivas de los alimentos.  4.5 Los grupos básicos de los alimentos.  4.6 Dieta balanceada.  4.7 Desnutrición y obesidad.  4.8 Alimentación regional balanceada.  4.9 Circulación.  4.10 Estructura y soporte del cuerpo  4.11 Crecimiento  4.12 Deporte y salud.  4.13 Reponsabilidad del estudiante.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Núcleo Básico 4</b> <b>FUNCIONES BIOLÓGICAS</b></p> <p>26. (33.2) Todos comemos igual.  27. (54.2) Transformador de alimentos.  28. (55.2) Somos lo que comemos.  29. (56.2) Nutrimientos.  30. (57.2) Reguladores de la nutrición.  31. (58.2) Bueno y sustancioso.  32. (59.2) El gordo y el flaco.  33. (60.2) Comer bien, para estar bien.  35. (62.2) Balanceado lo aprendido.  36. (39.2) Al rojo vivo.  37 Recorrido de la sangre por el cuerpo.  38. Miguel Servet, un mártir de la ciencia.  39 ¿Qué nos mantiene de pie?  40 (35.2) Aumentando en cantidad.  41. (69.2) Mente sana en cuerpo sano.  42. (70.2) Es responsabilidad de todos.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Capítulo 5</b> <b>LOS ECOSISTEMAS Y LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL</b></p> <p>5.1 La biosfera.  5.2 Las zonas biogeográficas.  5.3 Los ecosistemas del planeta.  5.4 Los ecosistemas de Colombia.  5.5 El ecosistema local.  5.6 El desequilibrio de los ecosistemas.  5.7 Relaciones entre el ecosistema y la cultura.  5.8 Las ecotecnologías.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Núcleo Básico 5</b> <b>LOS ECOSISTEMAS Y LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL.</b></p> <p>43. (78.1) Biosfera.  44. (79.1) Del desierto a la tundra.  45. (80.1) La Amazonia.  46. (81.1) Mar Caribe.  47. (82.1) Mi comunidad.  48. (83.1) ¿Cuáles son los problemas?  49. (84.1) ¡Aguas con el agua!  50. (85.1) La región más transparente.  51. (86.1) Con el ánimo por los suelos.  52. (87.1) Extinción de especies.  53. (88.1) Si abusas... se acaban.  54. (89.1) Las alternativas.  55. (90.1) Busquemos la solución.  56. (91.1) Aplica tus conocimientos.</p>

# INTRODUCCIÓN

Corresponde a la sesión de GA 1.1 (1.2). ¡NUEVAMENTE BIENVENIDO!

A través del tiempo el ser humano siempre ha buscado explicaciones a todo aquello que le rodea, especialmente cuando se trata de los seres vivos.

La biología es la ciencia que estudia los seres vivos, las aves, los árboles, los insectos, tu cuerpo; toda la variedad de formas vivas que te rodean son el objeto de estudio de esta ciencia. La forma de relacionarnos con esos elementos del ambiente, de una forma adecuada y responsable, es uno de los aspectos de la educación ambiental que apoya la biología. El estudio del libro de texto que ahora tienes en tus manos te ayudará a avanzar en el conocimiento y la comprensión de este vasto universo.

Este libro contiene los conceptos básicos del segundo curso de biología y educación ambiental. A través de sus páginas podrás viajar a otros lugares, acompañar por ejemplo a Antoine van Leeuwenhoek y a otros personajes para descubrir, junto a ellos, que todos los seres vivos, aun con su gran diversidad, presentan células con características que los unifica.

La lectura te llevará a comparar organismos que a primera vista parecen muy distintos y a comprobar que realizan funciones que los hacen semejantes, como la reproducción.

Las actividades en grupo te llevarán a analizar al organismo humano como un caso especial, cuando estudies la reproducción, la forma más adecuada de nutrirse o el modo de prevenir enfermedades comunes, entre otros temas.

Además, al conocer las generalidades de las diferentes estructuras y funciones de los seres vivos, te concentrarás en dos funciones principalmente: la nutrición y la circulación.

Igualmente tendrás la posibilidad de conocer los diferentes tipos de ecosistemas en el mundo y en forma particular los que encontramos en Colombia y sus problemáticas ambientales, teniendo en cuenta la relación ***ser humano/naturaleza/ciencia/tecnología y sociedad***.

Para lograr la apropiación de conocimientos científicos, es importante tu participación activa y dinámica; por tanto, te invitamos a que conserves tu “actitud científica” y a que junto a tus compañeros(as) y maestro(a) busques la manera de aplicar los conocimientos en tu vida cotidiana.

El seguimiento de cada uno de los temas, unido a los aprendizajes del grado sexto, incrementarán tus ideas y conocimientos respecto al fenómeno característico de este planeta: la vida.

Finalmente, reafirmamos nuestro interés por contribuir a tu formación integral por medio del desarrollo de competencias básicas que la lectura y el tratamiento de la información de este libro te permitirán desarrollar.

LOS AUTORES

## Capítulo 1

# HORIZONTES DE LA BIOLOGÍA Y LA EDUCACIÓN AMBIENTAL



Este capítulo proporciona una visión general de los recursos para el estudio de la biología y la aplicación de la educación ambiental. Uno de ellos puede ser particularmente útil: la formulación, planeación, el diseño y la realización de un **proyecto pedagógico** y su importancia. Es posible que en las comunidades existan uno o varios problemas, mediante la aplicación de este recurso podrían encontrarse alternativas de solución a esa dificultad que de otra manera se quedaría sin resolver. La realización de proyectos pedagógicos relacionados con la problemática ambiental, nos permite tomar conciencia y sensibilizarnos por el ambiente global, construir valores y actitudes positivas hacia el ambiente, promover la participación activa de las comunidades en la protección y mejoramiento del ambiente y la construcción de una conciencia ética, para pensar y repensar la calidad de nuestras relaciones con el entorno.

Finalmente, se profundizará en otros elementos relacionados con la formulación de los **Proyectos Ambientales Escolares (Praes)**, que son los proyectos que abordan las problemáticas ambientales desde la escuela.

*“Debemos buscar...una nueva relación del hombre con la naturaleza, que equilibre nuestras necesidades humanas con los derechos de ella”.*

HOMERO ARIDJIS

## 1.1 LOS RECURSOS

Corresponde a la sesión de GA 1.3 (3.2) CÓMO HACERLO MEJOR

La biología y la educación ambiental permiten emplear múltiples recursos para construir conocimientos, desarrollar competencias básicas, fortalecer valores y cambiar actitudes. Algunos aspectos de éstos se mencionan en seguida.

### Metodología científica

La utilización de esta metodología orienta la construcción de los conocimientos en biología y la forma de aplicar la educación ambiental.

La metodología científica comprende varios procesos que pueden tomar diferentes vías o rutas. Entre esos procesos están: la formulación de un problema; la formulación de hipótesis; la experimentación; la observación; el registro; el análisis de resultados; el establecimiento de relaciones causa-efecto; la formulación o la comprobación de una teoría, una ley, o la construcción de un modelo; la síntesis, entre otros.



**Figura 1.** La observación es un proceso indispensable en la aplicación de la metodología científica.



La metodología científica no es estática, puede tomar diferentes rutas y aplicarse con un sinnúmero de variantes. También permite establecer conclusiones que ayudan a explicar la realidad en forma lógica y coherente. El conocimiento de la realidad en la que se vive permite modificarla adecuadamente para beneficio propio y de la comunidad.

Durante la realización de diversos trabajos escolares, realización de proyectos relacionados con la problemática ambiental o el tratamiento con problemas de la vida diaria es posible y recomendable aplicar la metodología científica; hacerlo manifiesta una “actitud científica”.

## **Trabajos del curso**

En las actividades escolares (consultar los libros, construir conceptos, observar ejemplares, registrar ideas, comparar fenómenos, efectuar mediciones, clasificar organismos, discutir ideas, inferir conceptos, etcétera) se emplean procesos de la metodología científica.

Los mapas, láminas, los carteles, modelos, periódicos murales, maquetas, álbumes, exposiciones, pueden ser de gran utilidad. En su elaboración es posible usar materiales baratos o de desechos (reutilizables); lo más importante es la utilidad que se les dé desplegando gran creatividad.

Los trabajos que se realicen pueden conservarse para exposiciones, para presentarlos a las personas de la comunidad lo que se ha aprendido o para integrar un museo escolar.

## **Actividades prácticas y experimentales**

Estas actividades y las prácticas experimentales nos permiten aprender haciendo y a construir conocimiento. Llevarlas a cabo es muy importante; por tanto, previamente debe revisarse las etapas de su realización, buscar los materiales necesarios o sustituirlos por otros igualmente útiles y, cuando concluya su ejecución, discutir los resultados.

Cuando el material sea escaso o su uso implique algún peligro, la actividad experimental puede realizarse una sola vez, ante la visita de todos y después discutir los resultados en grupo.

## **Investigación bibliográfica**

Otra forma de aprender biología y educación ambiental es por medio de la investigación en libros o revistas, las entrevistas con personas de la comunidad o la búsqueda de respuestas en el lugar donde ocurren los fenómenos.

Cuando se decide emprender una investigación es necesario saber exactamente qué se busca y en dónde debe buscarse.

## **Trabajo en equipo**

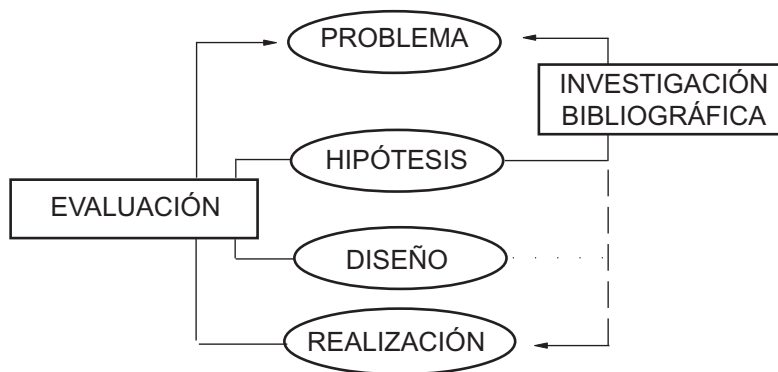
Las actividades experimentales, la investigación y muchas otras tareas que se realizan en la

escuela resultan más productivas si se llevan a cabo en equipo. El trabajo en equipo desarrolla las relaciones entre las personas y enriquece el conocimiento.

## Estudio de organismos

Una forma de comprender la biología y aplicar la educación ambiental es el estudio de organismos directamente en bioterios (terrarios, acuarios, insectarios, ranarios, etcétera), practicar la observación y registrar continuamente los resultados.

El aprendizaje de la biología y la educación Ambiental se enriquece al utilizar todos aquellos materiales que estén disponibles, siempre y cuando se ajusten a la finalidad que se persiga.



## 1.2 DISEÑO DE UN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Corresponde a la sesión de GA 1.4 (4.2) BUSCANDO LA SOLUCIÓN

La realización de un proyecto es una forma de aplicar la metodología científica. Durante su ejecución será necesario utilizar recursos tales como la definición del problema o necesidad, la observación, las investigaciones bibliográficas, las prácticas de campo, las colectas, los experimentos, entre otros.

Los **proyectos pedagógicos** son aquellos que al aplicar en forma lógica los diferentes procesos, permiten investigar un tema o buscar alternativas de solución a problemas planteados, y es donde se integran esfuerzos, capacidades, habilidades, intereses y aspiraciones de todos los participantes. Es la estrategia más efectiva para el logro de objetivos propuestos, independiente de su finalidad.

Los proyectos pedagógicos que se lleven a cabo deben tener en cuenta la integración del curso, de varios grados o de toda la comunidad educativa. Debe partir de un tema, un problema, o una necesidad sobre el cual quieras investigar, dependiendo de los intereses o inquietudes de los participantes. Estos proyectos deben plantear alternativas de solución, de prevención, de protección y de mejoramiento, a su vez que también se deben buscar las causas que lo ocasionaron y finalmente producir resultados a corto, mediano y largo plazo.

En un proyecto es posible distinguir varias fases que a su vez desencadenan procesos a

desarrollar: la detección de un problema, el planteamiento de una hipótesis, el diseño del proyecto, la realización, la evaluación y, finalmente, la elaboración de un informe escrito.

## DetECCIÓN DEL PROBLEMA

Para detectar un problema lo primero que debe hacerse es observar cuidadosamente el entorno para encontrar algún problema que sea importante resolver y después definirlo en una forma sencilla y clara. Todo problema debe tener un enunciado y luego unas preguntas a resolver. Por ejemplo: ¿Por qué los geranios de la maceta están marchitos? ¿Cómo se produce el efecto de invernadero y qué consecuencias trae? ¿Por qué los alimentos se descomponen al aire libre? ¿Por qué las personas que toman alcohol en exceso pierden el sentido y el equilibrio?

También podemos plantear temas para investigar. Por ejemplo: “La evolución de nuestro planeta”; “las plantas de nuestra región”, “los nuevos avances en tecnología”, o ciertas necesidades como obtención de colorantes vegetales; extracción de esencias florales, etcétera.

## PLANTEAMIENTO DE UNA HIPÓTESIS

Debe plantearse una hipótesis, buscando una o varias soluciones y optando por la que parezca más acertada y sencilla. Las hipótesis se enuncian empleando las palabras “si..., entonces...”. El **si** se refiere a una observación o supuesto (inferencia) y el **entonces** a una predicción. Siguiendo el primer ejemplo del problema, algunas causas pueden ser: la insuficiencia de agua, la carencia de elementos nutritivos en la tierra, la presencia de algunos organismos perjudicial (bacteria, hongo). La hipótesis podría enunciarse así: **si** el agua es fundamental para los seres vivos, **entonces** si regamos los geranios cada tercer día, éstos se recuperarán”; **“si** el sol fuerte chamuzca las hojas de los geranios, **entonces** si los trasladamos a una parte sombreada éstos mejorarán”, y así sucesivamente se pueden plantear varias hipótesis.

## DISEÑO DE UN PROYECTO

Cuando el problema, necesidad o tema quede bien delimitado y estén propuestas una o varias hipótesis, entonces se procede a solucionar la hipótesis más probable y a diseñar el proyecto. Para ello será útil recordar las preguntas que en el primer capítulo del grado sexto de biología y educación ambiental sirvieron de orientaciones para el diseño del proyecto: ¿qué es lo que se quiere realizar?; ¿por qué?; ¿para qué? ¿cómo?; ¿con qué?; ¿con quiénes?; y ¿por cuánto tiempo? Las respuestas de cada pregunta deben anotarse, ya que constituyen la planeación del proyecto.

Un aspecto que acompaña la planeación, realización, ejecución y evaluación de un proyecto es la consulta en diferentes fuentes bibliográficas, las entrevistas con personas de la comunidad, la consulta con especialistas que tengan conocimientos del tema y que pueden resultar muy útiles para el proyecto.

## Realización del proyecto

La realización del proyecto es un aspecto muy importante, es donde se aplican de manera práctica los procesos de la metodología científica, utilizando la ruta que sea la más adecuada, según el tipo de proyecto.

De acuerdo con el ejemplo de los geranios, debe llevarse un registro de las condiciones de la planta durante un tiempo determinado, realizando observaciones periódicas y registrando los cambios observados.

## Evaluación

La evaluación debe estar presente a lo largo de todo el proceso que implica la realización del proyecto. Uno de los aspectos a tener en cuenta en la evaluación es el resultado en relación con la hipótesis planteada, esta puede ser verdadera o falsa.

En el ejemplo de los geranios, el resultado pudo ser que las condiciones generales de la planta mejorarán, lo que demostraría la validez de las hipótesis planteadas. También es posible que la planta no sufriera cambios notables, lo que demostraría la falsedad de la hipótesis y llevaría a plantear una nueva para resolver bien el problema.

Es muy importante mencionar que aun en el caso de que los resultados no fueran los esperados, esto no debe considerarse como un fracaso, ya que lo aprendido tratando de verificar la hipótesis, proporciona una mayor comprensión sobre el problema detectado y ayuda a comprender cómo investigan los científicos para lograr conocimientos objetivos sobre la naturaleza.

## Elaboración de un informe

La elaboración de un informe escrito implica la explicación clara del problema detectado y los motivos por los que fue seleccionado; la(s) hipótesis planteada(s) para solucionarlo; el diseño detallado y claro del proyecto y los resultados obtenidos. Es conveniente incluir esquemas y gráficas, así como los datos de los libros consultados. También es útil en el informe mencionar las dificultades para la realización del proyecto y en qué consistió cada una de ellas, así como las soluciones encontradas.

## Alternativas de aplicación

Diseñar una dieta balanceada con los alimentos disponibles en la comunidad y llevarla a la práctica, o detectar algún problema de salud en el entorno pueden ser alternativas, entre otras muchas, para llevar a cabo un proyecto.

## Proyectos Ambientales Escolares (Praes)

Como estudiamos en el curso anterior, los Praes son aquellos que se formulan desde el aula o desde la institución escolar, se formulan para trabajar una problemática particular de tu localidad o región. En el curso anterior abordamos los criterios fundamentales para la cons-

trucción de estos proyectos, que también se aplican a los proyectos personales, colectivos, institucionales y comunitarios, los cuales en forma resumida son: características de tu región; asociaciones que pueden llevarse a cabo; compromisos y grupos culturales relacionados con el problema. En este grado conoceremos dos aspectos importantes para la formulación de los proyectos ambientales escolares, los cuales pueden aplicarse a otros proyectos: la problemática ambiental de tu región y la aplicación de las diferentes asignaturas para dar sentido al proyecto.

## Problemática ambiental de la región

Para la formulación de un Prae, es necesario identificar cuáles son los problemas ambientales de la localidad o región. Esto se puede lograr a través del diseño o aplicación de una encuesta para aplicar a la gente de la comunidad; otra forma es utilizando todos los documentos que existan de la región, o por medio de entrevistas con especialistas o personas que conozcan más la región. Esto recibe el nombre de **diagnóstico ambiental**, el cual va a permitir que el proyecto tenga importancia y además es una forma para que la escuela contribuya a plantear alternativas de solución respecto a la problemática. El desarrollo del proyecto te llevará a construir y actuar con ética ambiental, en la relación con el entorno.

En el diagnóstico realizado es importante buscar la relación de los problemas ambientales de la región con los del país y el mundo, cuáles son sus semejanzas y en qué se diferencian, lo anterior permite tener otros referentes de la problemática sobre la cual se está trabajando; por ejemplo, si esa problemática afecta varios tipos de ecosistemas.

Las zonas donde son más notables las problemáticas ambientales son aquellas donde hay mayor concentración de población (urbanas); en las zonas rurales, la problemática ambiental también se presenta en un alto porcentaje, pero en algunas ocasiones no es tan evidente.

Cuando se conozcan las problemáticas ambientales de la región, se plantea la situación problemática a trabajar. En el desarrollo del proyecto se logrará comprender a profundidad el problema y permitirá la formación de actitudes favorables hacia el ambiente a corto, mediano y largo plazo.

## Aplicación de las áreas curriculares al proyecto

Este segundo aspecto es muy importante en el trabajo por proyectos. El trabajo de cualquier problemática ambiental integra aspectos naturales, sociales y culturales, por lo tanto requieren la participación de las diferentes áreas o disciplinas, que deben incluir aspectos relacionados con la educación ambiental.

Las **ciencias naturales** permiten comprender: las interacciones que suceden en el sistema natural, teniendo en cuenta el espacio y el tiempo; el mundo fisicoquímico y biótico que está en los ecosistemas, con el ser humano como individuo y como ser social y cultural. Las ciencias naturales facilitan la comprensión de las relaciones entre las diferentes especies y entre éstas con el medio, y los factores tanto internos como externos que influyen en sus comportamientos. Finalmente, las ciencias naturales nos permiten conocer los principios de la técnica y la tecnología y los impactos que tiene éstas sobre los ecosistemas.

Las **ciencias sociales** ubican su intervención en el proyecto, al explicar las relaciones que tienen los diferentes grupos sociales de la comunidad, cómo éstos han evolucionado a través del tiempo y qué aspectos han modificado de los ecosistemas a través de sus prácticas culturales. Las ciencias sociales además permiten comprender la forma como se relacionan los individuos y la forma como construyen valores y cambian de actitudes y comportamientos frente a su entorno natural, social y tecnológico.

Las **matemáticas** son muy importantes en el desarrollo de los proyectos, ya que éstas permite el desarrollo de competencias en: la capacidad de razonar y la capacidad de resolución de problemas. Entre los instrumentos fundamentales de las matemáticas y que se utilizan en los proyectos están los sistemas métricos para la construcción de conceptos sobre las magnitudes, unidades, instrumentos y procesos de medición.

Los procesos de cálculo, relación, aproximación e interpretación, propios de la matemática, y la aplicación de éstos en los proyectos, permiten que los participantes desarrollen habilidades y tengan más elementos de argumentación para las actividades prácticas y el análisis permanente de ellas. Además se aplican las matemáticas cuando se recoge, ordena y procesa información para la construcción y el análisis de tablas y gráficos.

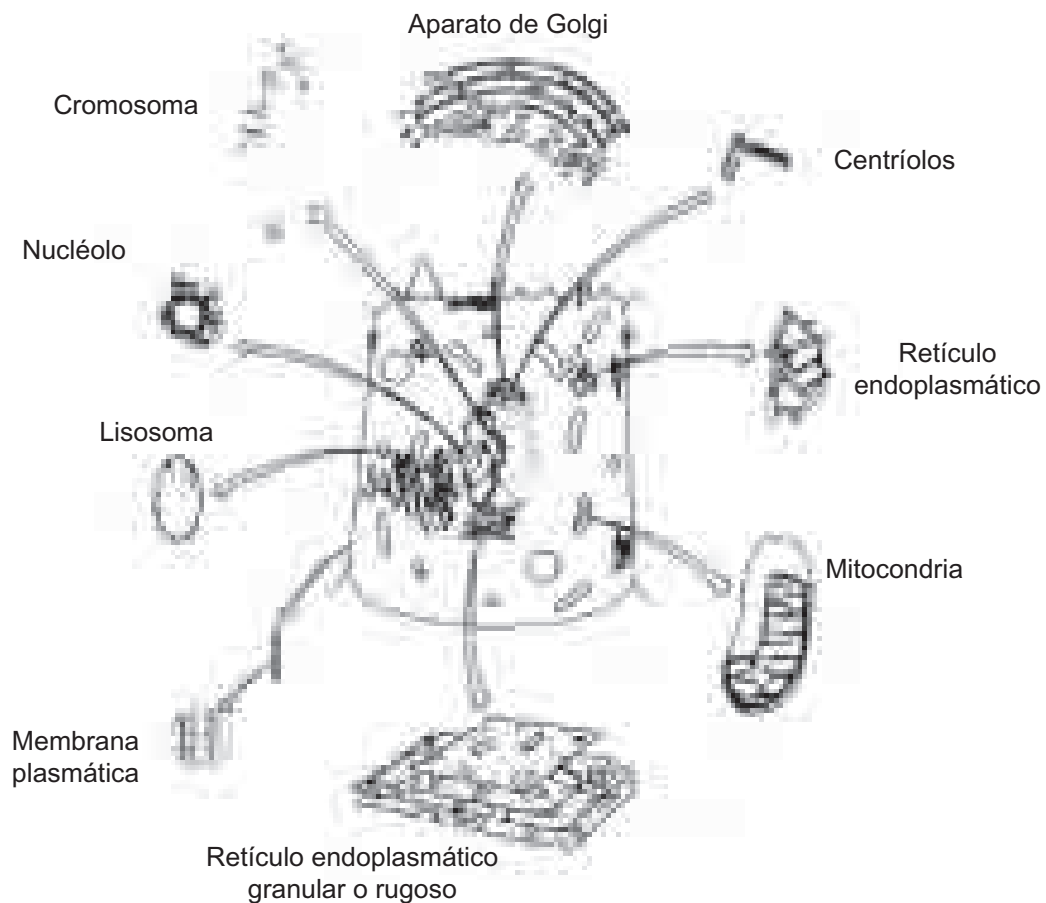
El **lenguaje** es el elemento que está a lo largo de todas las actividades del proyecto, intervienen directamente en la formación del pensamiento y conocimiento y en la interacción comunicativa. Está presente en el proyecto cuando se presenta el consenso, la confrontación, el debate, la argumentación, etcétera. El lenguaje en el proyecto permite encontrar la significación no sólo de los eventos sino de las formas de interacción que suceden en los procesos. Permite además identificar problemas, analizarlos y plantear alternativas de solución.

Las **artes** son el medio que nos permiten expresar nuestros sentimientos y la experiencia estética en el mundo natural, social y cultural.

Todas las áreas deben estar incluidas en la medida en que el proyecto lo requiera, cuando se necesiten diferentes tipos de explicaciones, saberes, perspectivas, entre otras.

## Capítulo 2

# LA CÉLULA



El desarrollo de la ciencia con frecuencia se da debido a un avance en alguna de sus ramas. De ahí que la invención del microscopio fuera uno de los sucesos más importantes en la historia de la biología.

El microscopio permite la observación de la célula, la cual ha sido tema de investigaciones desde el momento en que fue vista por primera vez.

La célula es una estructura muy importante, dado que es la base de cualquier ser vivo. En este capítulo se abordan temas como la organización de la célula, los organelos que la forman y algunas funciones de gran importancia biológica como la fotosíntesis, la respiración y la división celular.

*“Todo gran avance en ciencia es resultado de una nueva audacia en la imaginación”.*

ANÓNIMO

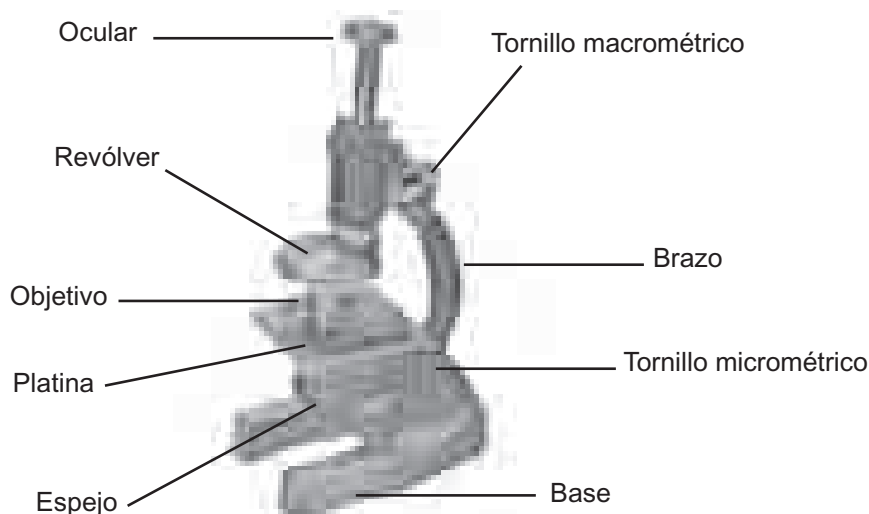
## 2.1 TEORÍA CELULAR

Corresponde a las sesiones de GA 2.5 HACIENDO VISIBLE LO INVISIBLE, 2.6 (14.2) COMUNES A TODOS LOS SERES VIVOS y 2.7 GRACIAS A ÉL MEJORAMOS LA OBSERVACIÓN

### Antecedentes

Los conocimientos que actualmente se tienen sobre la célula proceden de la investigación, especialmente de la experimentación de muchas personas. Durante la mayor parte de su historia, el ser humano ignoró no sólo la presencia de las células sino la existencia del mundo microscópico. En la antigüedad, el hombre carecía por completo de aparatos e instrumentos y tenía muy poco conocimiento de su organismo. Por esta razón, cuando se enfermaba acudía a remedios caseros o prácticas con los dioses.

En la actualidad, el ser humano se sirve de muchos aparatos inventados por él para conocer mejor su organismo y facilitar la identificación de sus enfermedades. Entre esos aparatos está el microscopio que fue perfeccionado por Leeuwenhoek (siglo XVII) y utilizado para aumentar la imagen de seres muy pequeños. A través del tiempo se ha ido perfeccionando hasta llegar hoy al microscopio electrónico.



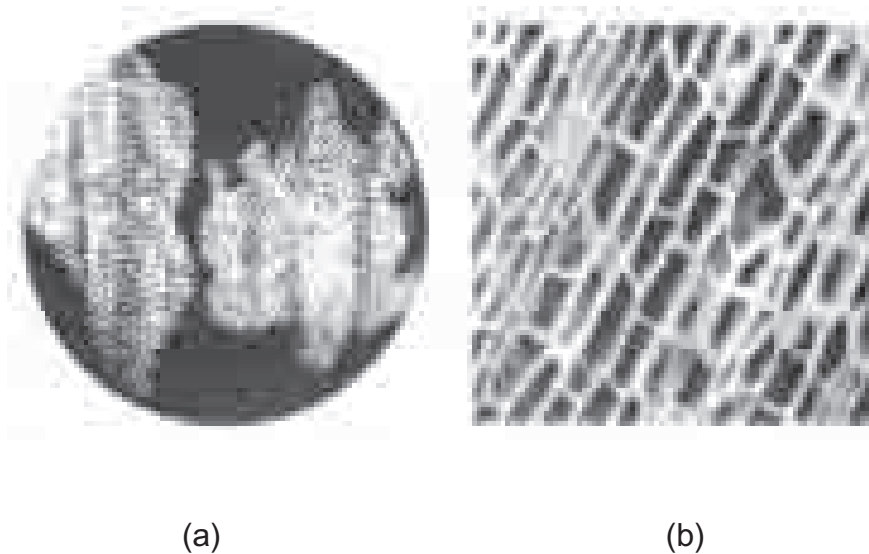
**Figura 1.** El microscopio es el aparato indispensable para el estudio de los seres vivos.



El microscopio consta principalmente de:

- Base y brazo. Son las partes que forman la estructura de sostén del microscopio.
- Revólver. Es la estructura que sostiene los objetivos.
- Objetivos. Enfocar directamente el objeto o muestra a observar. Vienen de diferentes aumentos, incrementando el tamaño del elemento observado según se requiera.
- Espejo. Permite reflejar la luz aumentando o disminuyendo su intensidad para facilitar la observación.
- El ocular. Es la estructura superior del microscopio y es a través de la cual se miran las muestras.
- Platina. Es la estructura en la cual se colocan los portaobjetos ( láminas) con la muestra.
- Tornillo macrométrico. Desplaza la platina de arriba abajo, o de izquierda a derecha, para explorar la muestra.
- Tornillo micrométrico. Permite enfocar la muestra dándole nitidez.

El suceso que marcó el inicio del estudio de la célula ocurrió en 1665, cuando el inglés Roberto Hooke, al observar en su microscopio una capa muy delgada de corcho, identificó pequeñas cavidades, semejantes a celdillas de un panal de abejas, a las cuales dio el nombre de células.



**Figura 2.** (a) Dibujo original de las observaciones hechas por Roberto Hooke de un corte de corcho; (b) dibujo de corcho, realizado a partir de una fotografía del microscopio electrónico. Las células de estos fragmentos de corcho han muerto y sólo quedan sus paredes celulares externas.

Durante los siguientes 200 años se realizaron una serie de investigaciones empleando el microscopio para observar a los seres vivos; los conocimientos que aportaron sentaron la base de la teoría celular.

Esta teoría la formularon los alemanes Matías Schleiden, botánico, y Teodoro Schwann, zoólogo, entre 1838 y 1839.

En términos generales, la teoría celular sostiene que la célula es la unidad estructural, funcional y original de los seres vivos.



**Figura 3.** Esquemas de la observación de Matías Schleiden y Teodoro Schwann.

La teoría celular puede expresarse en tres principios fundamentales:

- **Principio anatómico o unidad estructural.** Todos los seres vivos están constituidos por células, desde los organismos más pequeños, formados por una sola célula ( unicelulares), hasta los más grandes, formados por muchas células ( pluricelulares.)



**Figura 4.** Los organismos proceden de otros semejantes a ellos.

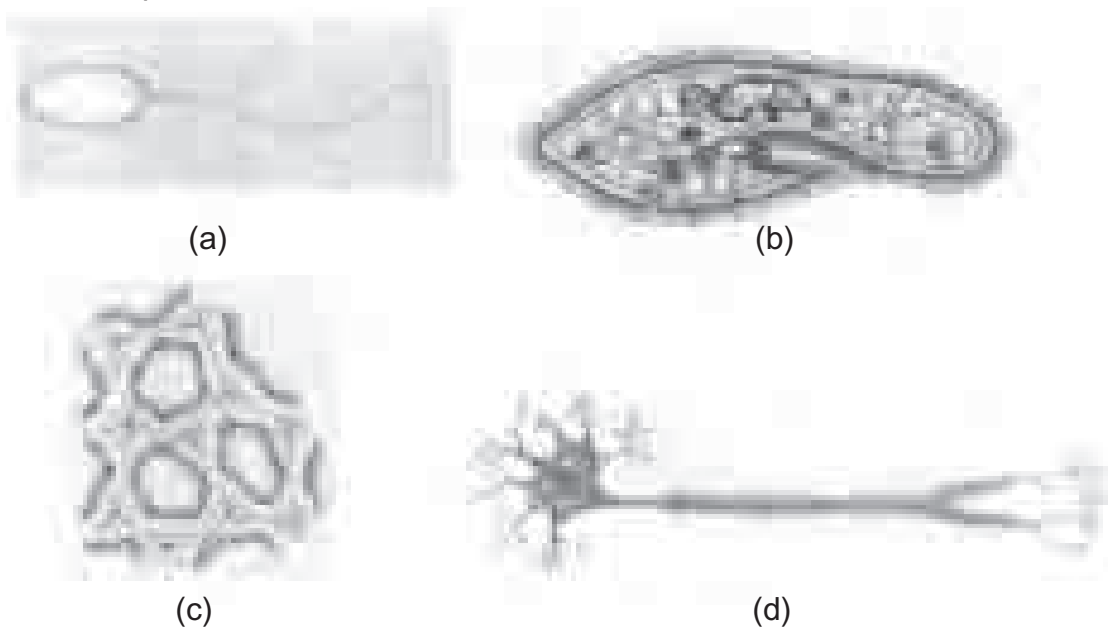
- **Principio, o unidad funcional.** Las actividades de un organismo son el resultado de funciones individuales que desempeñan las células que lo integran. Las células están capacitadas para realizar las funciones vitales de relación, respiración, nutrición, reproducción, etcétera.
- **Principio genético o unidad de origen.** Toda célula proviene de otra u otras semejantes a ella. En organismos unicelulares se presenta la división celular para dar origen a dos individuos idénticos. En los organismos pluricelulares es a través de células especializadas para el proceso de reproducción, que reciben el nombre de gametos.

Por otra parte, el tamaño de las células varía de un organismo a otro, aunque la mayoría de ellas presentan tamaños que van desde  $1\ \mu$  a  $300\ \mu$  (micras); esta unidad equivale a la milésima parte de un milímetro.



**Figura 5.** El tamaño de las células es muy variable, en términos generales va de  $1\ \mu$  a  $30\ \mu$ .

Las formas que muestran las células son muy diversas. Las hay esféricas, ovaladas, en forma de estrella, en forma de tubos, etcétera, y con frecuencia su forma está relacionada con la función que realizan.

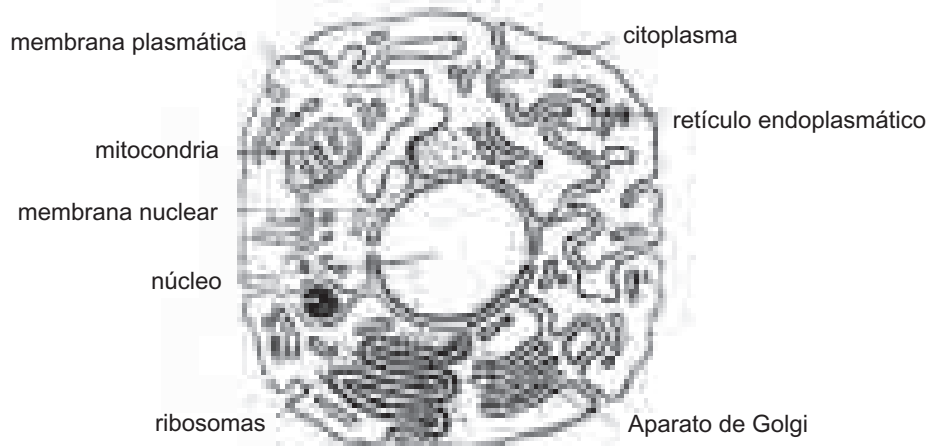


**Figura 6.** Células de diferentes formas: (a) bacteria, (b) paramecio, (c) células vegetales y (d) neurona, célula del tejido nervioso.

## 2.2 ESTRUCTURA Y FUNCIÓN CELULAR

Corresponde a la sesión de GA 2.8 (15.2) TAN PEQUEÑA Y TAN COMPLEJA

A pesar de la gran diversidad de formas y tamaños de las células, hay rasgos que son comunes a la gran mayoría de ellas. Así, por ejemplo, se sabe que su estructura básica está representada por una **membrana plasmática o celular**, el **citoplasma** y el **núcleo**.



**Figura 7.** La membrana plasmática, el citoplasma y el núcleo son estructuras básicas de las células.

### Membrana plasmática o celular

Es una delgada y fina capa formada por lípidos y proteínas que envuelve a la célula. Además de servir de protección, la membrana permite intercambios de gases, líquidos y sólidos con el medio que la rodea.

Una de las funciones más importantes de la membrana es la de transporte, a través de la cual controla la incorporación o eliminación de sustancias químicas por la membrana.

Esta membrana también tiene la característica de ser selectiva, pues sólo permite que ciertas sustancias la atraviesen e impide el paso de otras.



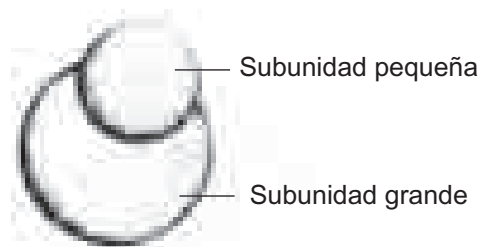
**Figura 8.** La membrana celular está formada por lípidos y proteínas.

## Citoplasma

Es la parte de la célula comprendida entre la membrana celular y el núcleo. Desde el punto de vista químico, está constituido principalmente por agua, sales, enzimas y proteínas. Aquí se realiza la mayoría de las reacciones vitales que le permiten a la célula vivir.

Ahora bien, dentro del citoplasma se aloja una serie de estructuras especializadas en funciones como el crecimiento, la conservación, la reparación, la regulación, entre otras. A dichas estructuras se les conoce con el nombre de **organelos** u **organoides**. Algunos ejemplos son los que se describen a continuación:

**Ribosomas.** Son estructuras muy pequeñas y numerosas. Están constituidos por ácido ribonucleico (ARN) y proteínas. Se les encuentra libres en el citoplasma; éstos sintetizan cualquier tipo de proteína que se fabrica en la célula. Los que se encuentran adheridos al retículo endoplasmático producen enzimas digestivas y hormonas y participan en la elaboración de todas las proteínas que necesita la célula.



**Figura 9.** La función de los ribosomas es la formación de proteínas.

**Centríolos.** Son organelos redondos y oscuros que se encuentran cerca del núcleo y participan en la división de éste.

**Retículo endoplasmático.** Tiene el aspecto de membranas interconectadas que además de estar comunicadas entre sí, hacen contacto con la membrana nuclear y con la membrana plasmática. Presentan dos formas distintas: una rugosa, constituida por ribosomas en su superficie, y otra lisa, carente de ribosomas. Entre ambas realizan la síntesis de lípidos, proteínas y carbohidratos.



**Figura 10.** Retículo endoplasmático rugoso.

**Aparato de Golgi.** Es un conjunto de estructuras con apariencia de sacos aplanados que generalmente se sitúan cerca del núcleo. Se conectan con el retículo y la función principal es almacenar y distribuir proteínas. Este organelo está desarrollado especialmente en las células relacionadas con la secreción; ejemplo: en el período de lactancia materna, las células primarias presentan un aparato de Golgi muy desarrollado.

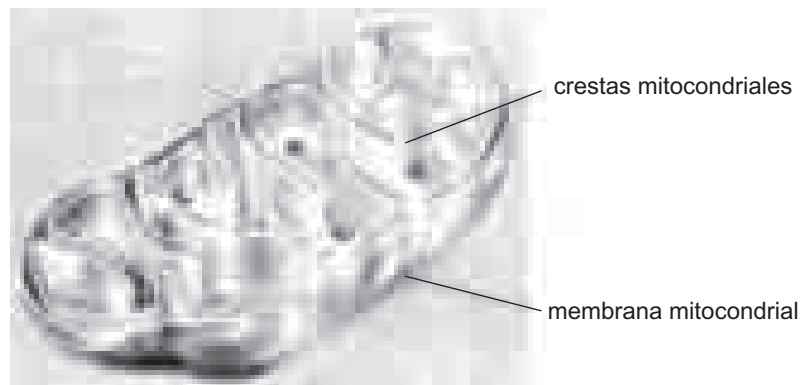
**Lisosomas.** Tienen el aspecto de esferas o sacos que contienen varias enzimas que participan en la transformación de grasas y proteínas.

**Vacuolas.** Son organelos muy comunes en células de hongos, algas y vegetales. Presentan una membrana que envuelve distintas sustancias, que pueden ser de reserva o desecho. Las células vegetales presentan una vacuola central que ocupa gran parte del citoplasma, la cual sirve como soporte a la célula y almacena desechos que la célula no puede expulsar. Las vacuolas en animales unicelulares permiten el equilibrio interno del agua.



**Figura 11.** Vacuola contráctil en *Paramecium* sp.

**Mitocondrias.** Son organelos de forma ovoide o esféricas limitados por una doble membrana, poseen material genético propio (ADN mitocondrial.) En el interior de la mitocondria se localizan las crestas mitocondriales y en ellas se lleva a cabo el proceso respiratorio. Además es donde se produce la mayor parte de la energía útil para el trabajo celular.



**Figura 12.** En las crestas mitocondriales se produce energía durante el proceso respiratorio celular.

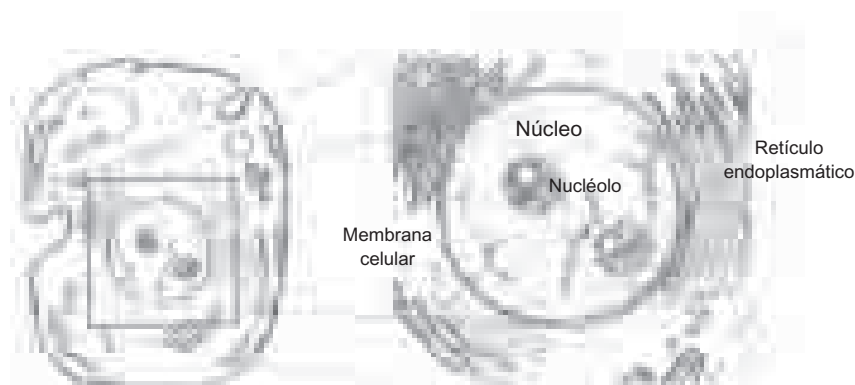
**Cloroplastos.** Estas estructuras poseen un pigmento verde llamado **clorofila**. Están delimitados por una doble membrana y poseen su propio material genético (ADN plastidial). Los cloroplastos son exclusivos de las células autótrofas y es allí donde se realiza el proceso de fotosíntesis.

## Núcleo

Es la estructura más grande e importante de la célula, ya que coordina todas las funciones que ésta realiza. Se halla formado por **membrana nuclear**, **nucléolo** y **jugo nuclear** o **cromatina**, que es el material a partir del cual se formarán los cromosomas.

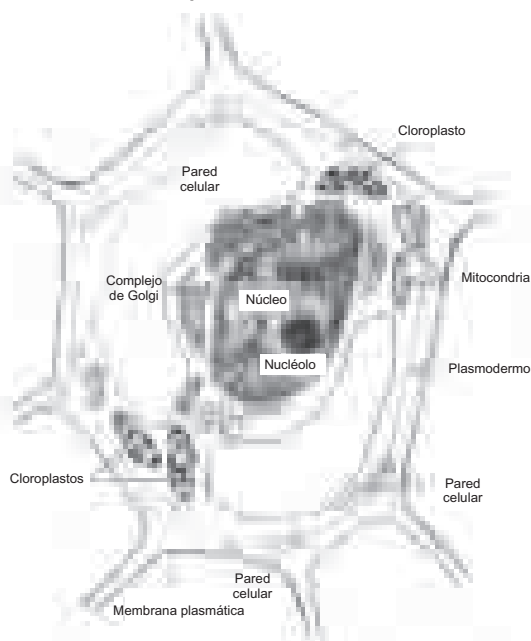
El núcleo puede considerarse como el cerebro que regula los procesos internos de la célula; entre sus principales funciones está:

- Almacenar los ácidos ARN y ADN.
- Regular la información de los caracteres que se transmiten de padres a hijos.
- Participar en el proceso de división celular.

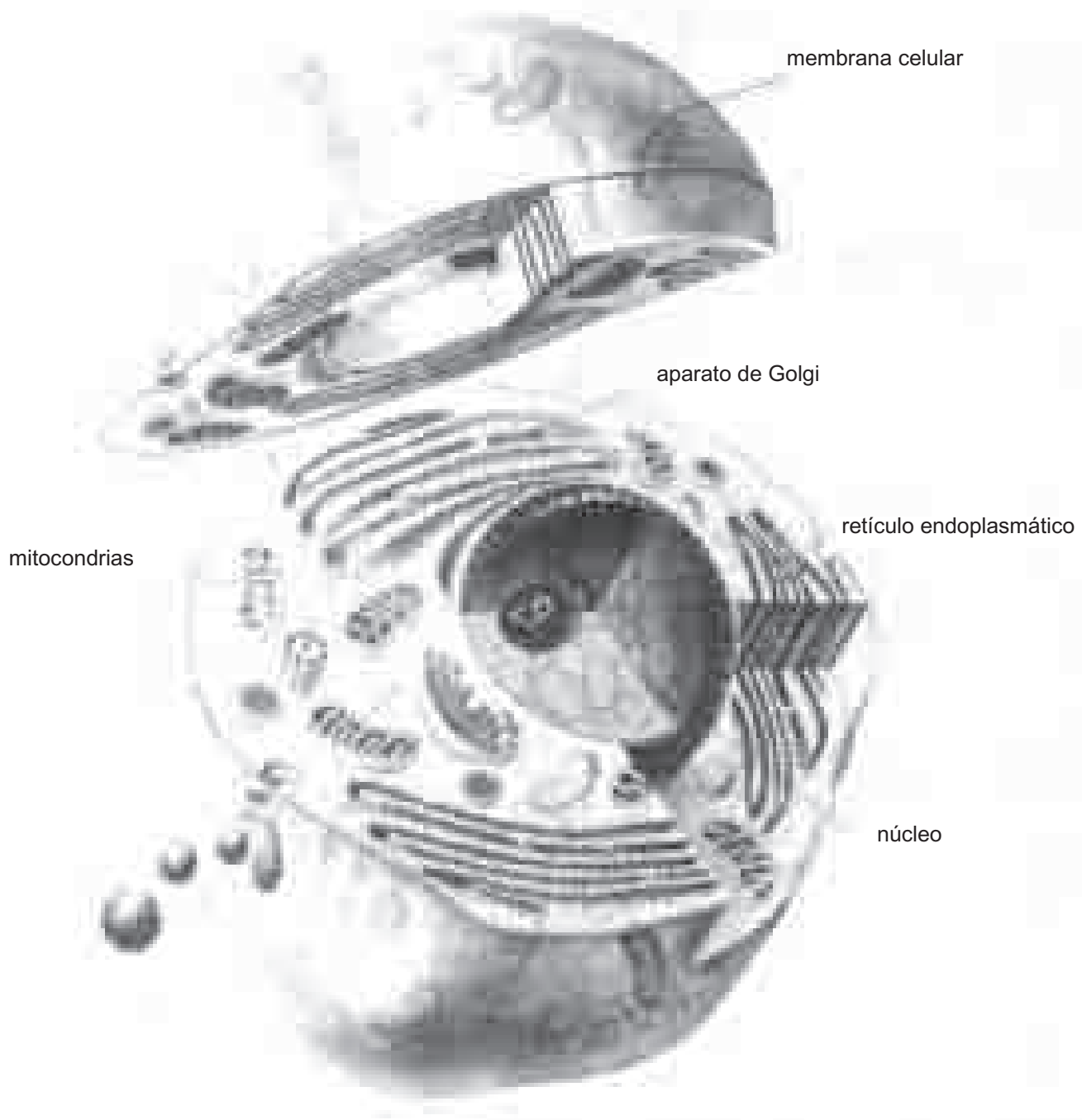


**Figura 13.** El núcleo coordina las funciones de la célula.

Es importante aclarar que no todas las células de los seres vivos poseen los mismos organelos. Unas, por ejemplo, no tienen centríolos; otras no presentan vacuolas ni cloroplastos, etcétera. Tales diferencias están marcadas por el tipo de organismo al que pertenecen, por la función que realizan o por el medio en que habitan.



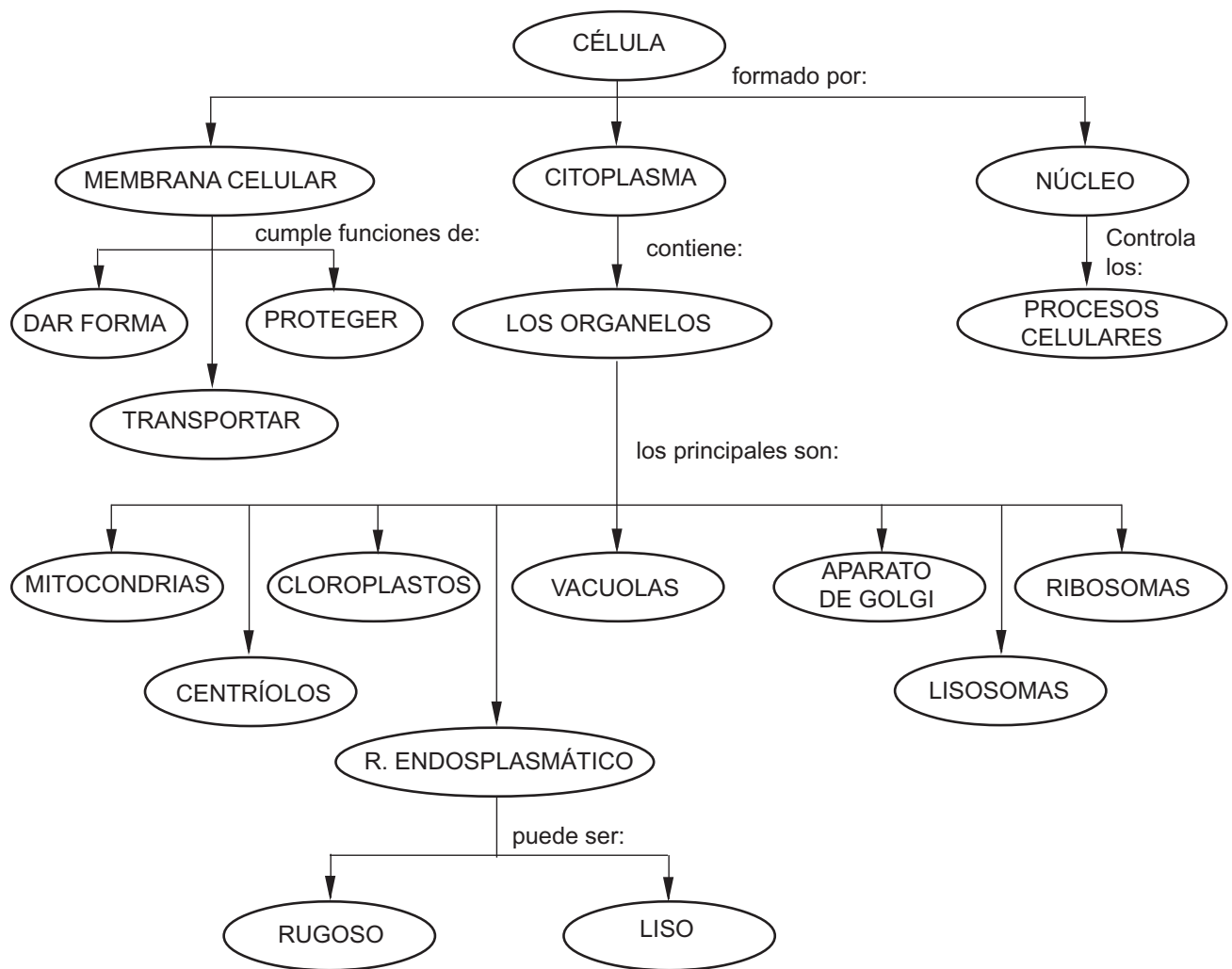
**Figura 14.** Célula vegetal en la cual se observan los organelos que la forman.



**Figura 15.** Esquema de una célula animal.

A continuación se presenta un mapa conceptual de la estructura de la célula.





## 2.3 DIFERENCIAS ENTRE LAS CÉLULAS

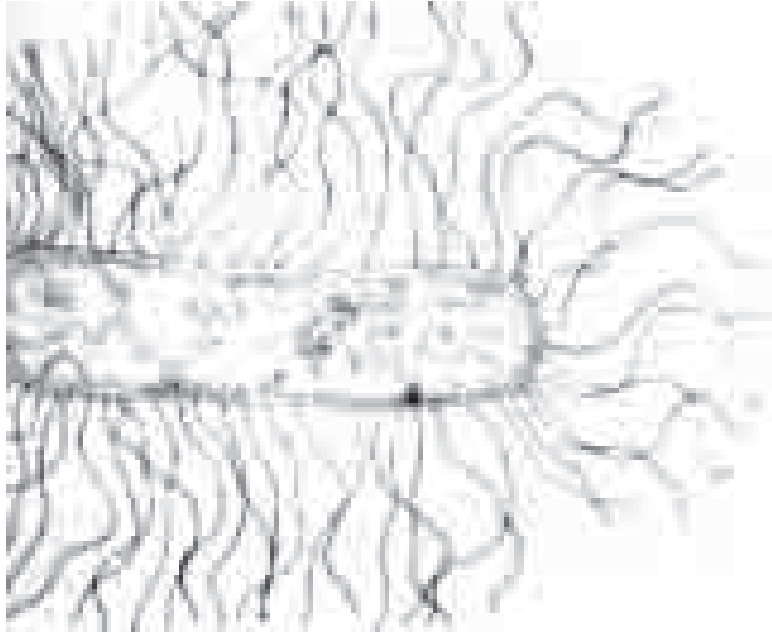
Corresponde a la sesión de GA 2.9 (16.2) ¿PROCARIÓTICAS Y EUCARIÓTICAS?

Como ya se ha podido observar, las células presentan diferencias en cuanto a su forma, función y tamaño, etcétera, pero la principal diferencia entre las células es la presencia o ausencia del núcleo.

En 1937, el biólogo marino francés Eduardo Chatton publicó, en Egipto, un pequeño artículo donde sugería dos términos para las células: el término **procariótico** para describir a organismo como las bacterias y cianobacterias (algas azules) que no poseen núcleo celular; y el término **eucariótico**, para describir las células de las plantas, animales, hongos y protozoarios, los cuales presentan núcleo celular.

La mayoría de las células procarióticas son de tamaño pequeño, en comparación con las eucarióticas, generalmente de 1  $\mu$  a 10 micras ( $\mu$ ).

Los organismos procarióticos presentan su material genético disperso en el citoplasma, es decir, no rodeado por una membrana nuclear, por lo tanto no presentan formación de cromosomas.



**Figura 16.** Los organismos procarióticos carecen de núcleo.

Las células procarióticas tienen pocos o ningún organelo. Su división celular es directa. La célula se divide en dos, por fisión binaria, generalmente.

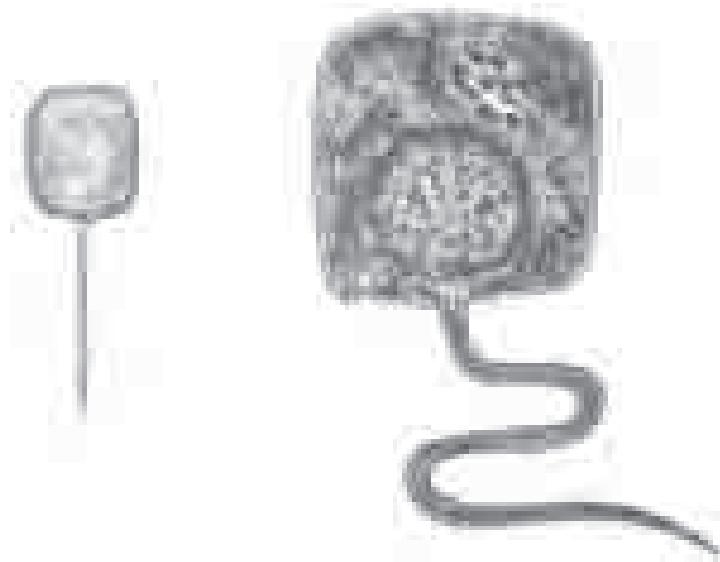
Las células eucarióticas se caracterizan por ser de mayor tamaño, que las procarióticas, generalmente de 10  $\mu$  a 100  $\mu$ .

En las células eucarióticas, el núcleo está rodeado por una doble membrana; contiene cromosomas compuestos por ADN.

Las células eucarióticas presentan organelos tales como mitocondrias, cloroplastos y retículo endoplasmático. En su división celular hay formación de cromosomas y, posiblemente, intercambio de material genético. Las divisiones que estas células realizan son los procesos de mitosis para producir otras células y meiosis para la formación de células reproductoras llamadas gametos (óvulo y espermatozoide).



**Figura 17.** Las células eucarióticas están presentes generalmente en organismos pluricelulares.



**Figura 18.** Las células eucarióticas presentan organelos, ausentes en las células procarióticas.

## Niveles de organización interna

Corresponde a la sesión de G.A 2.10 ¿CÓMO SE CONSTRUYE EL EDIFICIO Y CÓMO SE AFECTA?

Los seres multicelulares presentan una organización interna más compleja, que va desde la célula hasta los sistemas.

La **célula** se considera como la organización más sencilla de los seres vivos. Cada una realiza las funciones principales de relación, nutrición, reproducción, etcétera. Ejemplos. células musculares, células óseas, células nerviosas.

Un **tejido** es la unión de muchas células que se organizan y se especializan para cumplir una función común. Por ejemplo, el tejido epitelial tiene por función proteger el cuerpo y segregar diferentes tipos de sustancias. La piel es un tipo especial de este tejido. Otros tejidos que conforman el cuerpo son: tejido conjuntivo, tejido cartilaginoso, tejido óseo, tejido muscular, etcétera.

El **órgano** es el conjunto de varios tejidos que realiza una función concreta. Cada uno de ellos realiza una función diferente, pero el trabajo conjunto permite lograr una tarea específica. Por ejemplo, el estómago es un órgano que presenta tejido epitelial, tejido conjuntivo, tejido muscular y tejido nervioso; el trabajo conjunto permite que se lleve a cabo uno de los pasos del proceso de digestión.

El **sistema** es el conjunto de varios órganos que realizan coordinadamente una función. El conjunto de órganos que intervienen en la digestión (estómago, intestino, esófago, etcétera) conforman el sistema digestivo.

## 2.4. LESIONES CELULARES

Las células no viven aisladas del medio; por esta razón pueden afectarse por diferentes estímulos que vienen del medio externo, o pueden ser atacadas por agentes o sustancias que pueden llegar a destruirlas. Para la medicina es muy importante dar a conocer las enfermedades que se dan a nivel celular, pues esto permite prevenirlas o producir medicamentos para contrarrestarlas.

Entre los factores que producen lesiones celulares están:

- **Falta de oxígeno.** Se produce por el mal funcionamiento en el sistema circulatorio, la deficiencia o escasez de oxígeno en la sangre, afecta la respiración celular y la producción de energía en ésta.
- **Agentes físicos.** Los golpes, las temperaturas extremas (congelación y quemaduras) y las descargas eléctricas pueden llegar a producir lesiones irreparables.
- **Agentes químicos.** Como venenos, contaminantes ambientales, los insecticidas, las sustancias como el alcohol, tabaco, y alucinógenos, matan muchas células en poco tiempo deteriorando el cuerpo en general.
- **Agentes biológicos.** Las bacterias, los hongos y los virus contaminan las células hasta destruirlas.
- **Desequilibrios nutricionales.** También pueden producir lesiones celulares, tanto cuando hay deficiencia de alimento (avitaminosis) o exceso (obesidad).

Los tatuajes son una forma de lesión celular. Es una pigmentación que se hace en la piel, en los cuales los pigmentos inyectados son tomados por las células donde permanecen por toda la vida, las células no pueden digerir ese tipo de pigmentos. Son muy difíciles de quitar y se tiene la creencias que pueden producir trastornos en la piel.

# A MANERA DE HISTORIA

Aristóteles (384-322 a.C.), filósofo griego que trabajó sobre el mundo natural y decía que el universo y los seres vivos estaban constituidos por cuatro elementos: agua, aire, fuego y tierra.

**Glosario**  
*Teoría científica:* conjunto de ideas, principios, conceptos, leyes...que proporcionan una explicación completa o coherente sobre determinado objeto, fenómeno o proceso del mundo natural.

## La teoría celular

El descubrimiento de las células se da gracias al trabajo de **Robert Hooke** con el microscopio. A partir de aquí las ideas planteadas por **Aristóteles**, de cómo estaban constituidos los seres vivos, cambiaron. Los estudios con el microscopio dieron lugar a los **principios de la teoría celular**, lo cual llevó a un cambio de mentalidad de los filósofos que estudiaban la naturaleza, convencidos de que para llegar a elaborar **teorías científicas** sólo se podía a través de la observación detallada de los fenómenos y no por medio de la experimentación o el uso de aparatos, pero el microscopio cambió la concepción anterior. Este aparato fue mejorando cada día más hasta llegar a construir el **microscopio electrónico** de nuestros días.

El microscopio electrónico aparece a partir de los años cincuenta del siglo XX y gracias a él, se logra estudiar la estructura interna y funcionamiento de las células de una manera más detallada y completa.

Robert Hooke (1635-1703), científico inglés, observó por primera vez al microscopio, láminas muy delgadas de corcho, y vio pequeñas celdillas, a las cuales llamó células.

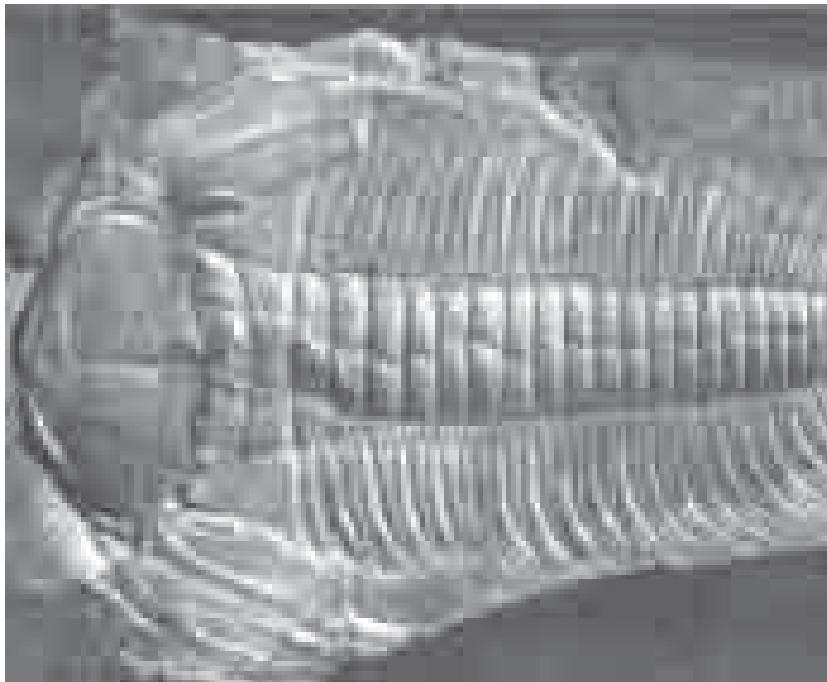
A la invención del microscopio compuesto tiene como antecedente la invención y uso de lentes y lupas (microscopio simple) por parte de Leeuwenhoek, para estudiar microbios y "animalículos" en el siglo XVII.

La teoría celular sostiene que:

- Cada organismo está formado por una o varias células.
- Cada célula está en la capacidad de cumplir las funciones vitales.
- Cada célula proviene de otra célula preexistente.

## Capítulo 3

# HISTORIA DE LA VIDA



Al observar la apariencia repentina de una multitud de ranas después de las primeras lluvias, de gusanos en los animales muertos, de hormigas aladas y otros insectos, en ciertas temporadas, vienen a la mente las preguntas: ¿qué son?, ¿de dónde vinieron?, ¿cómo aparecieron?

Observaciones similares han estimulado la curiosidad de los seres humanos a lo largo del tiempo, y las inquietudes que han provocado desembocan en el problema de cómo explicar el origen y la historia de la vida. En este capítulo se abordan temas referentes a las hipótesis y teorías sobre el origen de la vida, así como los experimentos que las apoyan o rechazan. También se trata la división de la historia de la Tierra en eones y eras, su duración y las características del tipo de vida que predominó en cada una de estas etapas.

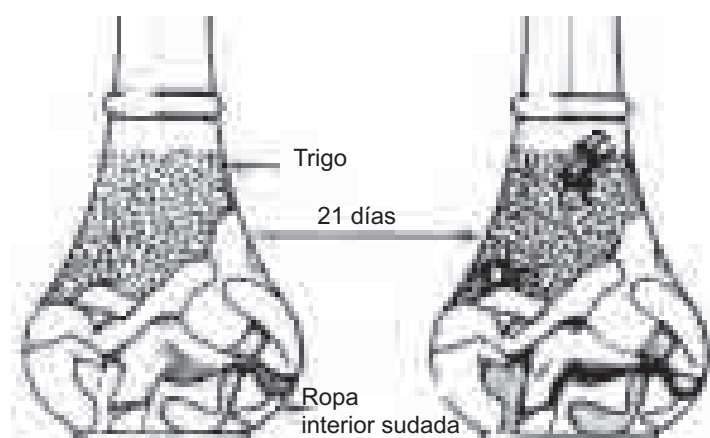
### 3.1 GENERACIÓN ESPONTÁNEA

Corresponde a las sesiones de GA 3.11(35.1) BUSCANDO RESPUESTAS y 3.12 (36.1) ¿GENERACIÓN ESPONTÁNEA? ¡NO!

Entre los primeros intentos de dar respuesta a la pregunta sobre el origen de la vida, en nuestra civilización se cuentan las narraciones sobre la creación, consignadas en la Biblia. Otras culturas tienen también sus propias narraciones sobre la creación de la vida. Estas narraciones tienen dos características en común. En primer lugar fueron concebidas mucho antes de que el ser humano hubiese logrado conocimientos de los principios físicos, químicos y biológicos que son la base de la vida. En segundo lugar invocan la intervención divina en la creación de la vida con lo cual se creía que todas las especies habían sido creadas simultáneamente y que una vez creadas se mantuvieron fijas o inmutables a lo largo del tiempo (fijismo). Diferentes credos consideran que una fuerza sobrenatural dio origen a la Tierra y a la vida mediante un acto instantáneo de creación.

#### Las ideas generacionistas

Algunas culturas antiguas creían que determinados organismos se generaban espontáneamente. Por ejemplo, los antiguos egipcios (400 a 300 años a.C.) creían que los gusanos, sapos, víboras y ratones se formaban así a partir del lodo del río Nilo. Esta idea y otras similares dieron origen a la **teoría de la generación espontánea**, la cual en realidad era sólo una hipótesis, ya que sugiere que la vida puede surgir de materia viva o no viva y que algunos organismos pueden aparecer en forma repentina y casi al azar, independientemente de sus progenitores.



**Figura 1.** El médico Van Helmont propuso una receta para “generar” ratones.

Uno de los seguidores de esta hipótesis fue **Aristóteles** (384-322 a.C.), destacado filósofo y naturalista griego, quien afirmó que ciertos organismos –197– ranas, peces, gusanos e insectos se originaban no sólo por la reproducción sino también a partir de la tierra, suciedad o la materia orgánica en descomposición por la participación de una “fuerza activa”, supranatural. Según esta hipótesis, dicha fuerza podría encontrarse en cuatro elementos (tierra, agua, aire y fuego) e incluso la luz solar era capaz de dar vida a aquello que no la poseía.

Puede decirse que con Aristóteles la hipótesis de la generación espontánea adquirió un carácter formal e influyó notablemente durante muchos siglos.

Es a partir del siglo XVII (y hasta el siglo XIX) cuando se pone a prueba esta concepción. Mediante el uso de experimentos sencillos y claros, se demuestra la falsedad de estas ideas. Algunos de estos experimentos los realizaron **Francisco Redi**, **Lázaro Spallanzani** y **Luis Pasteur**.

## Francisco Redi

El científico italiano **Francisco Redi** realizó, en 1668, una serie de experimentos para verificar si los gusanos se originaban en forma espontánea de la carne descompuesta, creencia popularmente aceptada.

Los experimentos de Redi consistieron en colocar trozos de carne de distintos animales en varios frascos, algunos de los cuales cubrió con una tela muy delgada y otros los dejó expuestos a la moscas.



**Figura 2.** Experimento de Francisco Redi.



En esta forma, el científico italiano logró demostrar que los gusanos en la carne de los frascos sin cubierta eran larvas que provenían de los huevecillos depositados por las moscas, y que, por lo tanto, no aparecían en los recipientes con tapa aunque la carne estuviera en proceso de descomposición.

Las conclusiones de estos experimentos fueron un argumento sólido para rechazar la teoría de la generación espontánea en el caso de los insectos.

Los experimentos de Redi no lograron eliminar la teoría de la generación espontánea. Esta idea continuó teniendo gran arraigo y, en consecuencia, el campo de batalla fue trasladado al mundo microscópico.

## Lázaro Spallanzani

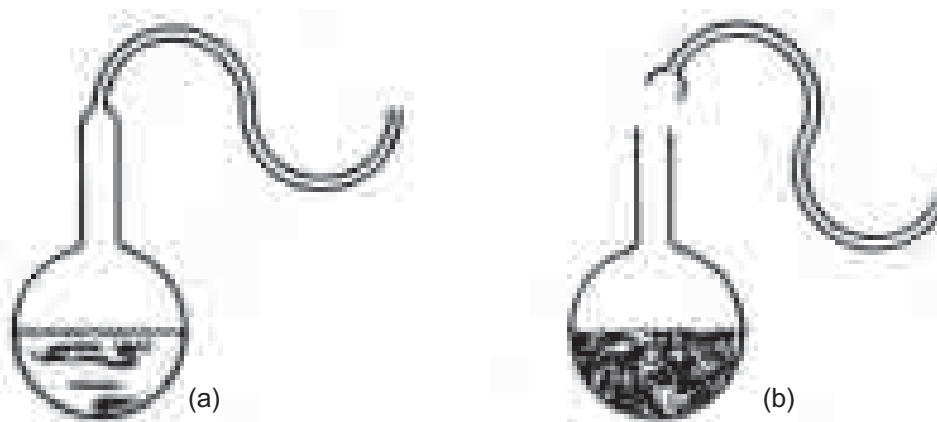
Después de los experimentos de Redi, la gente, principalmente los investigadores de la época, creían que en los cultivos nutritivos los microorganismos se generaban en forma espontánea.

Para comprobar si esta idea era cierta o no, el italiano **Lázaro Spallanzani** preparó una infusión de semillas en agua; después distribuyó este caldo en diferentes frascos, los cuales puso en “baño maría” durante una hora con el fin de esterilizar el medio de cultivo; finalmente cuando ya habían pasado varios días, destapó algunos frascos y no encontró organismos. Entonces dedujo que la esterilización del medio de cultivo e impedir la entrada de aire al recipiente también evitaban el paso de los organismos.

A pesar de las conclusiones de Lázaro Spallanzani, los seguidores de las ideas de la generación espontánea argumentaron que al hervir demasiado los caldos de cultivo se eliminaban, de ellos y del aire, un “principio activo” que permitía la generación de los seres vivos.

## Luis Pasteur

En 1864, el francés **Luis Pasteur** realizó un experimento buscando definir con claridad si la generación espontánea existía o no.



**Figura 3.** Experimento de Luis Pasteur. (a) Solución nutritiva estéril y (b) solución nutritiva contaminada.

Lo primero que hizo Pasteur fue probar que en el aire había una gran cantidad de pequeños organismos, que originaban la descomposición de los cultivos nutritivos. Con este fin filtró aire a través de una algodón que luego disolvió, así pudo observar en el residuo sólido, por medio del microscopio, una gran cantidad de pequeños organismos.

Una vez demostrada la existencia de microorganismos en el aire, era preciso dar el siguiente paso: realizar experimentos. Entonces Pasteur diseñó y construyó matraces de “cuello de ganso”, los llenó con una mezcla de agua, azúcar y levadura y luego los hirvió por varios minutos. Al hervir poco tiempo evitaba matar el “principio activo” que, que según se decía, estaba presente en el aire.

Los recipientes que Pasteur utilizó no estaban sellados, por tanto el aire tenía el paso libre. El “cuello de ganso” actuaba como una trampa para los gérmenes presentes en el aire, por lo tanto, la mezcla pasó varios días sin que se presentara el proceso de fermentación.

Cuando Pasteur rompió el cuello de uno de los recipientes la fermentación ocurrió en sólo dos días, debido a la presencia de un gran número de microorganismos.



**Figura 4.** Luis Pasteur en su laboratorio. Con sus experimentos comprobó que la fermentación se debe a la acción de los microorganismos.

Los experimentos de Luis Pasteur demostraron de manera contundente que la generación espontánea no existe y que no hay “principios activos” o fuerzas sobrenaturales que den origen a los seres vivos.

Los experimentos de Francisco Redi, Lázaro Spallanzani y Luis Pasteur demostraron que la hipótesis de la generación espontánea era falsa. Esto representó un gran avance pero no resolvió el problema original. La pregunta más importante continuó sin solución. Los científicos del siglo XIX continuaban preguntándose cómo se originó la vida.

## 3.2 PANSPERMIA O TEORÍA COSMOZOICA

Corresponde a la sesión de GA 3.11(35.1) BUSCANDO RESPUESTAS

A principios del siglo XX, otra hipótesis trató de explicar el origen de la vida. Se le denomina panspermia y la propuso **Arrhenius**, en 1908.

La hipótesis de la panspermia supone que la vida en la Tierra se originó a partir de una spora o bacteria proveniente de otro planeta. Esta hipótesis causó una gran polémica, pero, en general, no fue aceptada por los científicos. Estos argumentaron que las condiciones del espacio sideral no pueden permitir la supervivencia, en condiciones normales, de los organismos; además, indicaron que no explica el origen de la vida en el planeta de donde hipotéticamente provenía la spora o bacteria.

## 3.3 LA TEORÍA FISICOQUÍMICA

Corresponde a las sesiones de GA 3.13 (37.1) EL ESCENARIO DE LA VIDA, 3.14 (38.1)¿CÓMO FUE EL PRINCIPIO y 3.15 (39.1) COCINANDO LA SOPA PRIMITIVA

### Los fundadores de la teoría fisicoquímica

El ruso **Alejandro Oparin** (en 1924) y el inglés **Juan B. S. Haldane** ( en 1928) publicaron independientemente los resultados de sus trabajos con el mismo título: *El origen de la vida*.

Mediante sus publicaciones, Oparin y Haldane dieron a conocer una serie de conclusiones de notable similitud. Por este hecho, ambos científicos son reconocidos como los fundadores de la teoría fisicoquímica o quimiosintética del origen de la vida. Actualmente, esta teoría se ha enriquecido, y continúa haciéndolo, con las investigaciones y experimentaciones de muchos científicos.

Esta teoría establece que la vida surgió en la Tierra a través de un lento proceso de evolución química que va de lo inorgánico a lo orgánico y de ahí a lo biológico. Este punto de vista contrario al de la generación espontánea, explica el origen de la vida como un fenómeno natural en donde no intervienen fuerzas extrañas ni sobrenaturales.

### Los hechos más relevantes de la teoría fisicoquímica

#### La edad de la Tierra

La edad de la Tierra se ha estimado en 4 500 millones de años (ma), aproximadamente. Se cree que la formación de la corteza primitiva tomó 500 ma y otros 400 más el desarrollo de las formas de vida más antiguas.

Durante los primeros 900 ma de la vida de la Tierra ocurrieron fenómenos que condujeron de la materia inorgánica a la materia viva.

#### Las condiciones de la Tierra antes de la vida

Hace aproximadamente 3 800 ma la Tierra tenía ya una corteza formada y una atmósfera

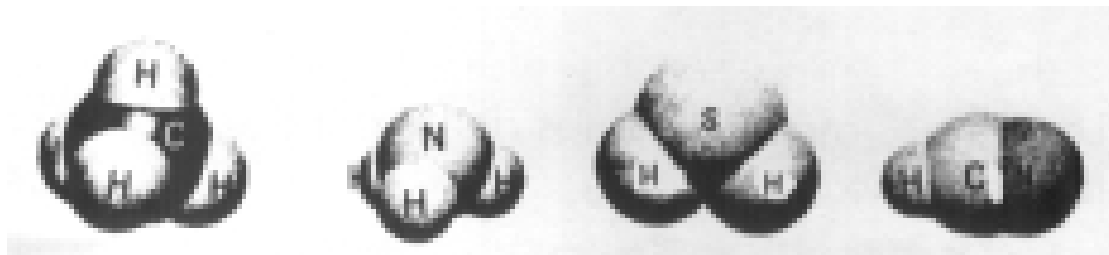
primaria compuesta por hidrógeno (H) y helio (He), principalmente; estos dos elementos se disiparon rápidamente debido a que las condiciones no favorecieron su retención y, casi al mismo tiempo, fueron sustituidos poco a poco por grandes cantidades de otros gases provenientes del centro de la Tierra que emergían a la superficie por medio de las fisuras y volcanes que se encontraban en la corteza.

Estos eventos propiciaron la formación de la atmósfera secundaria, la cual contenía básicamente agua (H<sub>2</sub>O), nitrógeno (N<sub>2</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

Los compuestos presentes en la atmósfera secundaria estuvieron bajo la acción de múltiples formas de energía:

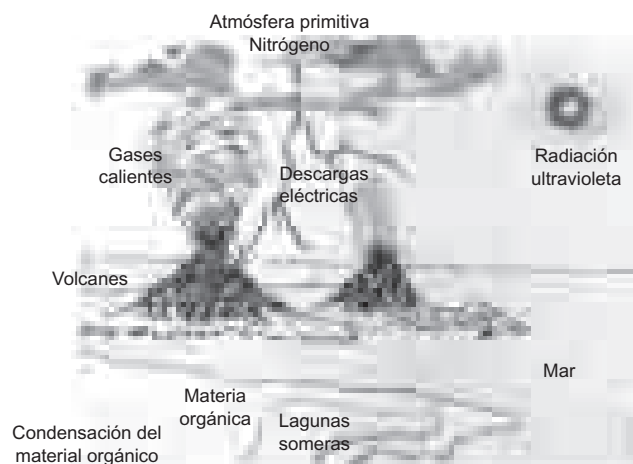
- Radiaciones solares de alta energía, como los rayos ultravioleta y los rayos cósmicos.
- Cambios bruscos en la presión de los gases de la atmósfera.
- Fuerte actividad eléctrica.
- Constante actividad volcánica que, además de liberar calor, continuó desprendiendo gases, principalmente vapor de agua.

Los gases que originalmente formaron la atmósfera secundaria se modificaron, es decir, reaccionaron entre sí generando nuevos compuestos. El metano (CH<sub>4</sub>), amoníaco (NH<sub>3</sub>), ácido cianhídrico (HCN) y ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S) son algunos ejemplos.



**Figura 5.** Compuestos que se formaron en la atmósfera secundaria.

Posteriormente, el paulatino enfriamiento del planeta provocó que el vapor de agua presente en la atmósfera se condensara y precipitara en forma de torrenciales lluvias, las cuales arrastraron sales minerales de la superficie terrestre y conformaron los primeros océanos.



**Figura 6.** Condiciones que prevalecieron en la Tierra primitiva, según la teoría fisicoquímica.

Los primeros océanos tuvieron las siguientes características:

- Transportaron y distribuyeron en forma equilibrada los materiales generados.
- Presentaron una barrera contra la radiación solar de alta energía y los rayos cósmicos que atravesaban fácilmente la atmósfera, la cual carecía de oxígeno libre. Esta condición de los océanos permitió que los compuestos formados tuvieran mayor oportunidad de conservarse sin cambios.
- Mantuvieron altas temperaturas –cercas a los 100° C – que favorecieron nuevas combinaciones.
- Probablemente los elementos químicos de los fondos marinos actuaron aumentando la velocidad de la formación de los nuevos compuestos.
- Acumularon sales minerales y muchos compuestos en grandes cantidades.

Posibles condiciones que permitieron la aparición de la vida		
Sustancias	Formas de energía	Características especiales
Vapor de agua. Dióxido de carbono. Monóxido de carbono.	- Descargas eléctricas.  - Cambios de presión.  - Radiación solar, principalmente de alta energía como la ultravioleta (UV), rayos cósmicos, altas temperaturas, entre otras.	- Atmósfera reductora - Océanos: • Con altas concentraciones de sales minerales. • Que actuaban como barrera que aminoraba los efectos de radiaciones y los rayos cósmicos. • Que actuaban como medio de transporte y distribución de los materiales. • Con diferentes elementos químicos como catalizadores.

**Tabla 1.** Posibles condiciones de la Tierra primitiva.

## La evolución inorgánica

En esta etapa se formaron compuestos como el metano (CH<sub>4</sub>), amoníaco (NH<sub>3</sub>), ácido cianhídrico (HCN), formaldehído (H<sub>2</sub>CO), monóxido de carbono (CO), ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S) y, en pequeñas cantidades, oxígeno (O<sub>2</sub>), entre otros. Estos compuestos son llamados precursores.

## La evolución orgánica

Por medio de una amplia variedad de interacciones entre los compuestos precursores y las condiciones ambientales surgieron una serie de compuestos orgánicos fundamentales para

la vida. Entre éstos destacan los aminoácidos, los carbohidratos y el adenosín trifosfato (ATP).

Sustancias precursoras	+	Formas de energía	=	Compuestos obtenidos
Vapor de agua (H <sub>2</sub> O) Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) Monóxido de carbono (CO) Metano (CH <sub>4</sub> ) Amoníaco (NH <sub>3</sub> ) Nitrógeno (N <sub>2</sub> ) Hidrógeno (H <sub>2</sub> )		Descargas eléctricas. Cambios de presión.  Radiación solar de alta energía. Altas temperaturas. Otras radiaciones.		- Aminoácidos. - Polipéptidos. - Purinas y pirimidinas. - Carbohidratos. - Otros compuestos y combinaciones.

**Tabla 2.** Formación de los primeros compuestos orgánicos.

En los mares a partir de las sustancias citadas en la tabla anterior, y bajo ciertas condiciones, se generaron moléculas cada vez más grandes y complejas. Estas nuevas sustancias pueden agruparse como lípidos, proteínas y ácidos nucleicos. Los eventos ocurridos desde el final de la evolución inorgánica hasta este momento conforman la llamada evolución orgánica.

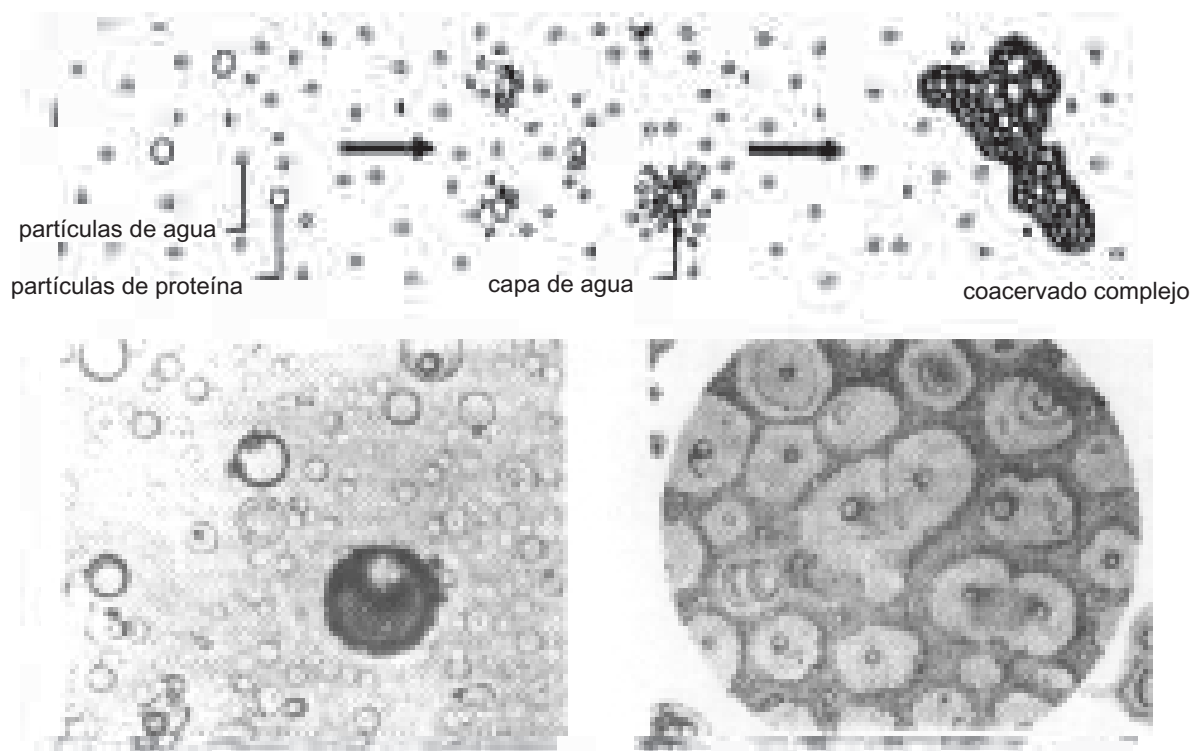
## Los sistemas precelulares

Las concentraciones de los compuestos aumentaron conforme pasaron los millones de años y, en el mismo mar o en algún sitio sujeto a desecación constante, algunas moléculas grandes se agruparon, formándose así los primeros sistemas precelulares.

Estas estructuras estaban constituidas por pequeñas gotas de agua con moléculas inorgánicas y orgánicas disueltas en grandes cantidades.

Uno de los modelos precelulares que más estudió Oparin fue el **coacervado**; observó su capacidad de intercambiar materia y energía en forma constante con el ambiente, su aumento de tamaño, su fragmentación y la producción de otros sistemas similares.

Alfonso L. Herrera, científico mexicano, describió estructuras similares obtenidas experimentalmente y las denominó sulfobios y colpoides. Sus estudios fueron pioneros en el campo de la biología.



**Figura 7.** Formación de coacervados en el laboratorio.

## Desarrollo de ARN y ADN

Hace 3 600 millones de años, aparecieron entre una gran variedad de sustancias, dos que iban a ser cruciales en el desarrollo posterior de la vida: el ácido ribonucleico (ARN) y el ácido desoxirribonucleico (ADN). Ambos compuestos actúan como un molde para la síntesis de proteínas y tienen la capacidad de duplicarse. Puede decirse que cuando un sistema precelular contó con estas sustancias obtuvo entonces la facultad de heredar sus características a otros sistemas.

## Probiontes y eubiontes

Algunos sistemas precelulares, en el curso de millones de años, paulatinamente adquirieron la complejidad, organización y estabilidad necesarias para sustituir en las condiciones ambientales que le permitieron convertirse en protobiontes, es decir, en los antecesores de los primeros seres vivos.

Tal vez entre estos protobiontes aparecieron algunos capacitados para incorporar material orgánico del medio y utilizarlo en su interior, crecer hasta ser inestables, fragmentarse en otros más pequeños y, algo muy importante, transmitir toda esta información a sus descendientes a través del ADN y del ARN. Los protobiontes con estas características fueron considerados por Oparin los primeros seres vivos unicelulares y los denominó eubiontes. Por tanto, los primeros organismos presentarían grandes semejanzas con las bacterias.

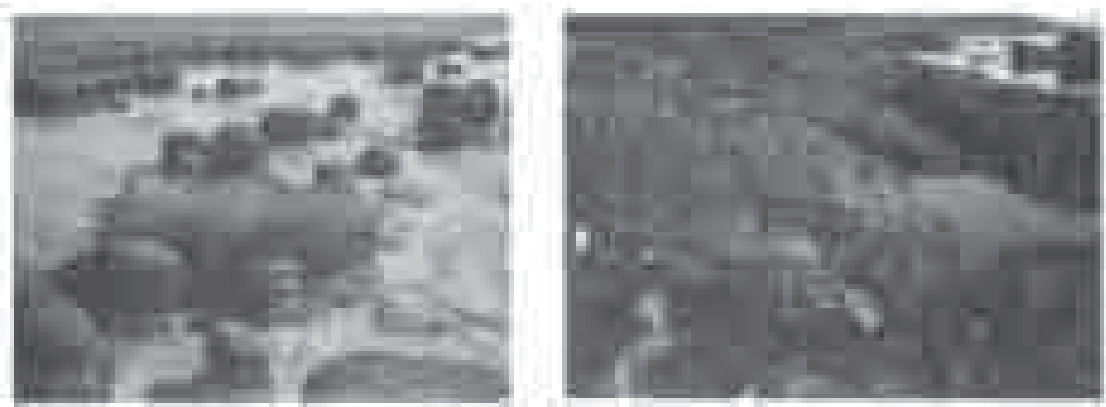
## La evolución

El ARN y el ADN se replican durante la reproducción de los organismos con ciertas variaciones, lo que genera cambios físicos y funcionales en su descendencia. Este fenómeno ocurre a lo largo de millones de años y, por tratarse de los seres vivos, se denomina evolución biológica.

La evolución biológica ha producido la gran diversidad de formas conocidas, entre las cuales el ser humano es sólo una más.

## Las evidencias

Han sido encontrados restos fosilizados de organismos que corresponden a estas etapas en lugares como África (con 3 000 ma de antigüedad), Canadá (2 000 ma) y Australia (1 000 ma). Los organismos a los que corresponden guardan una gran similitud con las bacterias que actualmente conocemos.



**Figura 8.** *Estromatolitos. Formaciones fósiles de organismos microscópicos.*

También aportan evidencias y pruebas importantes a esta teoría el estudio de las rocas muy antiguas, el análisis de meteoritos y cometas y los modernos métodos que permiten fechar muestras.

La teoría del origen fisicoquímico de la materia viva es la que en la actualidad posee la mayor base científica para explicar la aparición de la vida en la Tierra.

Continuamente es sometida a investigación y revisión, sin embargo, aún existen muchas preguntas sin resolver y todavía son desconocidos muchos factores del mecanismo mediante el cual se generaron diversas sustancias y pudo formarse un ser vivo por primera vez. La investigación continúa.

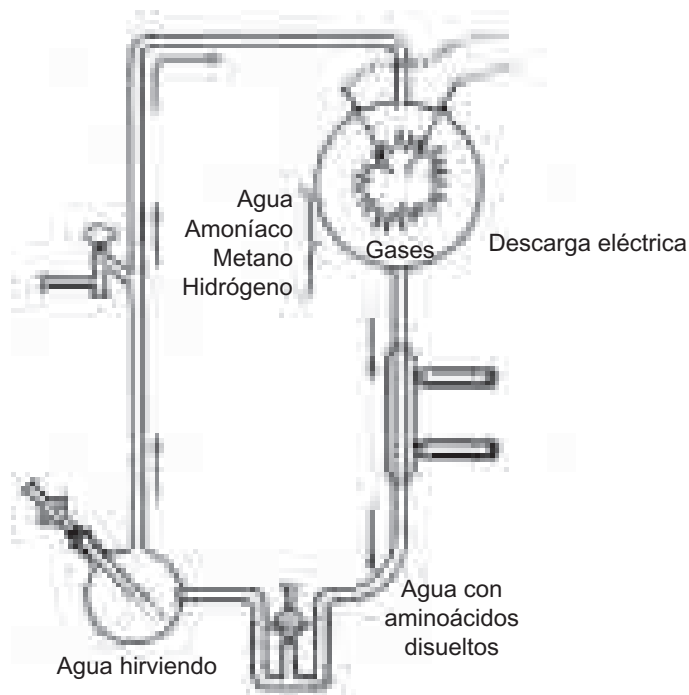
## Experimento de Miller-Urey

Tiempo después de que Oparin y Haldane publicaron, de manera independiente, su teoría sobre el origen de la vida, surgieron investigaciones tendientes a corroborarla.



En 1953, Stanley L. Miller diseñó, bajo la dirección del profesor Harold C. Urey, un experimento para comprobar si las fuentes energéticas que supuestamente estaban disponibles en la Tierra primitiva pudieron, en realidad, inducir la síntesis de compuestos orgánicos a partir de los gases que se supone estaban presentes en aquel entonces.

Miller desarrolló su experimento de la siguiente manera: montó un aparato de unos 60 cm con diversos gases en su interior, como metano ( $\text{CH}_4$ ), amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) e hidrógeno ( $\text{H}_2$ ); también colocó un recipiente con 1/2 litro de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) que se mantenía en constante ebullición.



**Figura 9.** Experimento de Miller-Urey.

Para simular las fuentes de energía, en otro recipiente de cinco litros colocó dos electrodos que producían una descarga eléctrica periódica; de esta manera la ebullición y condensación mantenían los gases en constante circulación a través del aparato.

Después de sólo una semana bajo este tratamiento, se encontró que en la mezcla se habían formado moléculas complejas, incluidos azúcares, aminoácidos y ácidos grasos.

Con base en este experimento, parece que no hay duda de que tales moléculas pudieron formarse en los primitivos mares de la Tierra.

El experimento de Miller-Urey se considera como una prueba experimental que apoya la teoría del origen fisicoquímico o por quimiosíntesis. También demuestra que es posible la evolución de las sustancias inorgánicas a las orgánicas.

Los resultados obtenidos por Miller-Urey motivaron a otros científicos a realizar experimentos similares, en los cuales, al variar el tipo o cantidad de sustancias reaccionantes y las

fuentes energéticas, se logró obtener, siempre bajo condiciones muy controladas, una variedad de compuestos orgánicos.

Actualmente la investigación y la experimentación continúan, y debido a los resultados que se obtienen, esta teoría sufre continuas revisiones.

El siguiente mapa conceptual ayuda a esclarecer las ideas fundamentales de las principales teorías sobre el origen de la vida.

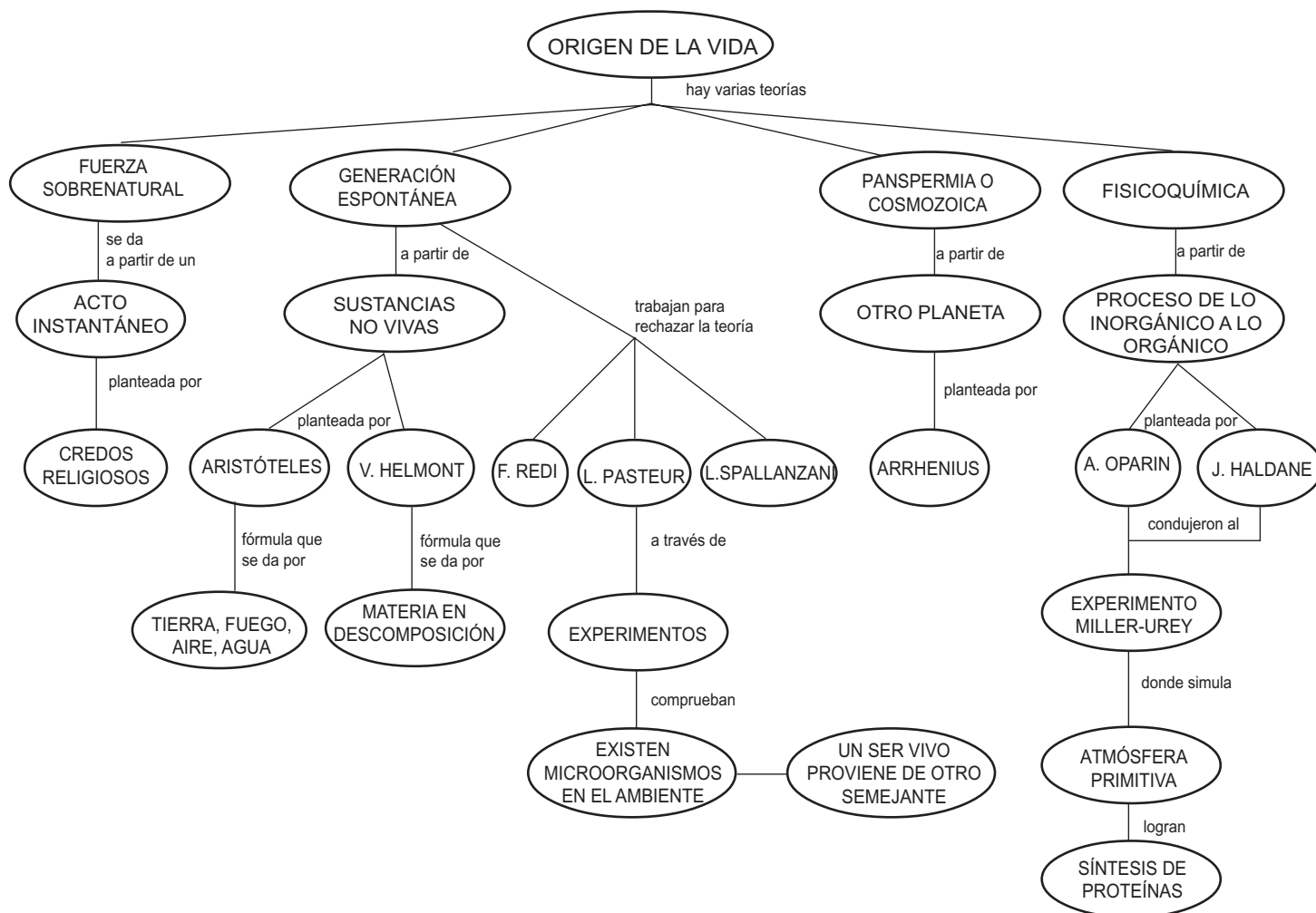


Figura 10. Mapa conceptual de las teorías sobre el origen de la vida.

### 3.4 LA HISTORIA DEL PLANETA TIERRA

Corresponde a la sesión de GA 3.17 (40.1) EL TÚNEL DEL TIEMPO

La historia de la Tierra es un tema que ha despertado el interés de un gran número de científicos. Durante el siglo XIX y XX se consolidó la idea de que un elemento constante en el universo es el cambio.

Esta idea motivó múltiples investigaciones cuyo fin era conocer cómo se desarrolló el cambio en el planeta. En síntesis, se inició un gran esfuerzo por conocer el pasado de la Tierra.

La ciencia que estudia la forma de la Tierra, su naturaleza, su formación y su estado actual es la **geología**. Gracias a ella, actualmente la Tierra se concibe como el resultado de una acumulación de cambios.

Los científicos han inferido la edad de la Tierra —4 500 ma aproximadamente— así como los cambios que ha sufrido mediante el estudio de las evidencias que el planeta guarda dentro de sus montañas, rocas y mares.

Para estudiar la Tierra, los geólogos han dividido la historia de ésta en lapsos de diferentes magnitudes, conocidos en su conjunto como **tiempo geológico**. La primera y más grande división del tiempo geológico es el **eón**.

El eón se divide en **eras**, cuya duración está dada en muchos millones de años. La división obedece a importantes cambios climáticos, al movimiento de las masas continentales, a la formación de nuevas cordilleras y al tipo de vida predominante.

Las eras se subdividen en **períodos** y éstos en **épocas**; en cada caso la duración es menor y obedece al hallazgo de depósitos de fósiles que suministran información sobre un tiempo específico.

Tal como ocurre con la historia del hombre, se sabe más acerca de tiempos más recientes.

Cabe aclarar que la división del tiempo geológico es artificial, es decir, es producto del esfuerzo humano por entender y estudiar el pasado del planeta. Consecuentemente, no debe suponerse que entre un eón y otro, entre una era y otra, o entre un período y otro, existieron separaciones tajantes y definitivas. El tiempo transcurre en forma continua y el paso de una división del tiempo geológico a otro fue gradual.

**(4 500 millones de años (ma), formación de la Tierra)**

**Eón Criptozoico (*kryptos*=oculto, *zoon*= vida): eón de la vida oculta**

- Era Azoica (*a*= sin): era sin vida.
- Era Arqueozoica (*arqueos*=comienzo): era del comienzo de la vida.
- Era Proterozoica (*protos*= primero): era de la vida primitiva.

**Eón Fanerozoico (eón con vida evidente): se divide en:**

- Era Paleozoica (*paleos*= antiguo): era de la vida antigua.
- Era Mesozoica (*mesos*=medio): era de la vida media.
- Era Cenozoica (*cenos*= reciente): era de la vida reciente.

**Tabla 3.** Eones y eras del tiempo geológico.

Algunos autores consideran que el eón Criptozoico tiene una era única; la era Precámbrica; otros lo dividen en tres eras: Azoica, Arqueozoica y Proteozoica.

Aproximadamente, el 87% de la historia de la Tierra está distribuido en el eón Criptozoico y el 13% restante en el eón Fanerozoico. (Ver tabla 4).

EONES	ERAS	PERÍODOS	ÉPOCA	DURACIÓN (ma)	ANTIGÜEDAD (ma)	EVENTOS
F A N E R O Z O I C O	CENOZOICA	CUATERNARIO	HOLOCENO PLEISTOCENO			Predominio de aves mamíferos y angiospermas.
		TERCIARIO	PLIOCENO MIOCENO OLIGOCENO EOCENO PALEOCENO	65	65	
		CRETÁCICO	SUPERIOR MEDIO INFERIOR			
	MESOZOICA	JURÁSICO	SUPERIOR MEDIO INFERIOR	215	280	Predominio de reptiles y gimnospermas aparición de los primeros mamíferos, aves y angiospermas.
		TRIÁSICO	SUPERIOR MEDIO INFERIOR			
P A L E O Z O I C O	PALEOZOICA	PÉRMICO	SUPERIOR INFERIOR	320	600	Predominio de anfibios y de peces. Plantas con esporas, aparición de los primeros reptiles. Invertebrados.
		CARBONÍFERO	SUPERIOR INFERIOR			
		DEVÓNICO	SUPERIOR MEDIO INFERIOR			
		SILÚRICO	SUPERIOR INFERIOR			
		ORDOVÍCICO	SUPERIOR INFERIOR			
		CÁMBRICO	SUPERIOR MEDIO INFERIOR			
C R I P T O Z O I C O	PROTEROZOICA			3 000	Invertebrados Se inicia la vida	Vida unicelular.
	ARQUEOZOICA					Inicio de la vida acuática.
	AZOICA			900	3 600 4 500	Primeros fósiles. Ausencia de vida
O PRECÁMBRICA, según el autor que se consulte.						

**Tabla 4.** Eones, eras y periodos de la historia de la Tierra .

## 3.5 EONES Y ERAS GEOLÓGICAS

Corresponde a la sesión GA 3.18 (41.1) AL PRINCIPIO

### Eón Criptozoico

Al período comprendido desde la formación de la Tierra, hace 4 500 ma hasta hace 600 ma se le ha llamado eón Criptozoico. Acerca de tiempos tan antiguos existe muy poca evidencia fósil que permita identificar sus características ambientales y las formas de vida existentes; por esa razón, la historia del eón Criptozoico es poco conocida y continúa investigándose.

Sin embargo, las evidencias que se han analizado permiten suponer que durante la formación de la Tierra ésta debió estar a una temperatura similar a la del material rocoso fundido y, en consecuencia, la Tierra debió ser una enorme bola incandescente.

Más tarde, debido a la fuerza de gravedad, las sustancias más pesadas se acumularon en el centro de la bola incandescente, en tanto que las más ligeras permanecieron en la superficie y formaron las primeras capas de la corteza terrestre. El planeta fue enfriándose poco a poco. La atmósfera primaria estuvo formada por algunos gases que se evaporaron rápidamente.



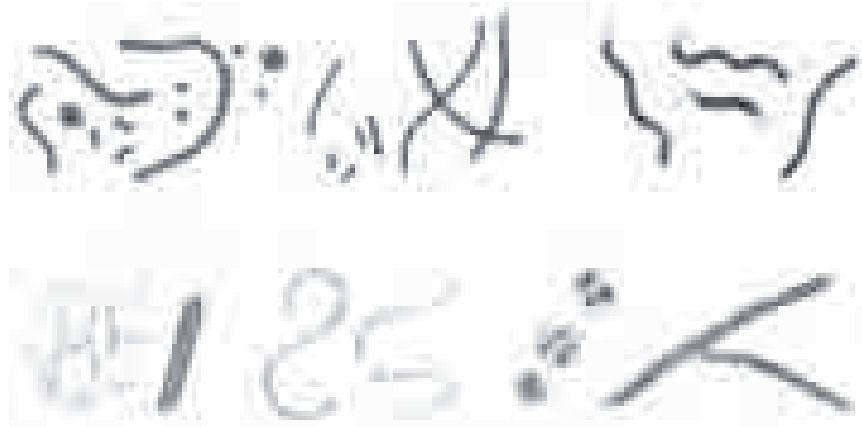
**Figura 11.** Aspecto del planeta antes de existir la vida.

Después, como consecuencia de la gran actividad volcánica, empezó a formarse una densa atmósfera con varios gases, entre los que se destacó el vapor de agua. Un aspecto particular de esa atmósfera, llamada atmósfera secundaria, fue la ausencia de oxígeno libre.

La condensación de vapor de agua permitió la formación de los primeros mares. En ellos se acumuló una gran cantidad de compuestos nuevos, fundamentales para la aparición de la vida.

Los gases atmosféricos y los compuestos depositados en el agua de los mares estuvieron expuestos a radiaciones solares, descargas eléctricas y lluvias torrenciales. Los materiales y las formas de energía propiciaron la formación de seres vivos en los mares primitivos, medio que los protegía de los dañinos rayos ultravioletas del sol.

Las evidencias fósiles indican que hace 3 200 ma ya existían los primeros habitantes del planeta. Los eventos que originaron su aparición y desarrollo necesariamente ocurrieron durante un determinado lapso, por tal motivo algunos investigadores afirman que la vida debió originarse antes, presumiblemente hace 3 600 ma.



**Figura 12.** Los primeros seres vivos debieron ser similares a las bacterias o a las algas verdeazules.

Los primeros seres vivos, inicialmente heterótrofos, desarrollaron un proceso fotosintético que, repetido a lo largo de muchos millones de años, produjo entre otros hechos, la progresiva acumulación de oxígeno libre ( $O_2$ ) en la atmósfera.

El oxígeno permitió, después de un largo proceso, la formación de la capa de ozono, la cual



**Figura 13.** Fauna marina a finales del éon Criptozoico: (a) medusas, (b) anélidos (c) corales blandos, (d) artrópodos primitivos (trilobites).

protegió a los organismos de las nocivas radiaciones ultravioletas y facilitó que los seres vivos colonizaran los medios terrestre y aéreo.

Pasaron millones de años para que se desarrollaran organismos pluricelulares a partir de los primeros habitantes del planeta.

Hacia finales de este eón, hace 600 ma, en el ambiente marino ya había organismos pluricelulares de cuerpo blando como esponjas, celenterados, gusanos, moluscos y equinodermos.

### 3.6 EÓN FANEROZOICO

Corresponde a las sesiones GA 3.19 (42.1) VIDA ANTIGUA, 3.20 (43.1) EDAD DE LOS REPTILES y 3.21 (44.1) PREDOMINIO MAMÍFERO

Este eón abarca desde hace 600 ma hasta la actualidad. Es el eón que transcurre actualmente. Se caracteriza por el surgimiento, diversificación y evolución de muchas especies; por la colonización de los medios terrestre y aéreo; así como por la extinción masiva de grupos de organismos, la extinción de los dinosaurios es sólo un ejemplo de esta última característica



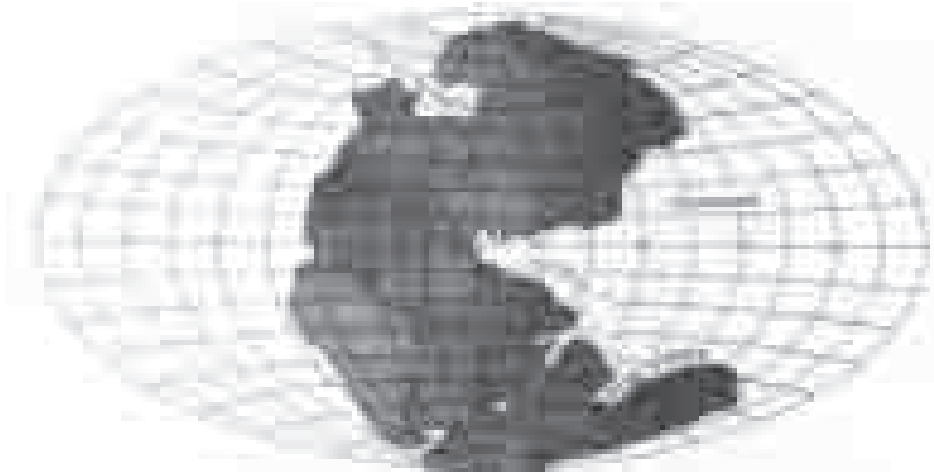
**Figura 14.** En el eón Fanerozoico se colonizaron los medios terrestre y aéreo.

Durante este eón se han distribuido ampliamente todos los organismos; por ejemplo, moluscos, artrópodos, gusanos, equinodermos, peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos, así como hongos, helechos, gimnospermas y angiospermas.

Las bacterias, cianobacterias y protozoarios (por ejemplo, algas) ya existían desde el eón Criptozoico y continúan evolucionando durante este eón.

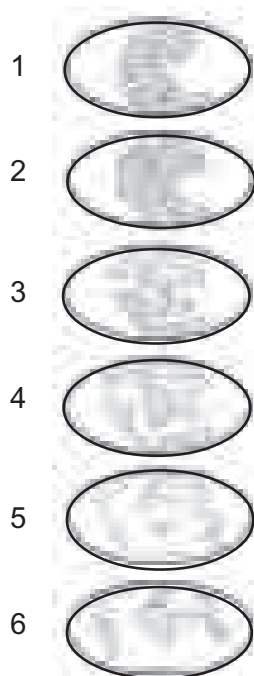
## Era Paleozoica

Comenzó hace 600 ma y duró aproximadamente 320 ma. Existen numerosas evidencias fósiles que permiten identificar el ambiente predominante, los tipos de vida existente y la antigüedad de la era.



**Figura 15.** En la era Paleozoica, los continentes formaron una sola masa, llamada Pangea, que poco a poco fue fragmentándose y separándose.

Al paleontólogo Alfred Wegener, le llamó la atención la forma en que podían hacerse coincidir las costas de África y Suramérica y las de Europa y Norteamérica. Según este investigador, los continentes se habrían ido separando hasta ocupar su posición actual. Este proceso de movimiento y relocalización recibe el nombre de **deriva continental**.



**Figura 16.** Deriva continental: forma como se fueron desplazando los continentes.



En esta era ocurrieron movimientos de la corteza terrestre, sumersión de montañas y constantes erupciones volcánicas. También se han identificado continuos avances y retrocesos de los océanos en relación con los continentes y algunas glaciaciones. Estos eventos indican la existencia de variaciones tanto en el ambiente como en el desarrollo de organismos vivientes que fueron tomados como referencia para distinguir los diferentes períodos que conformaron el Paleozoico.

Con fines de estudio, esta era se divide en los períodos Cámbrico, Ordovícico, Silúrico, Devónico, Carbonífero y Pérmico.

## Período Cámbrico

Es el período más antiguo de la era Paleozoica. Durante él la superficie terrestre estaba casi desprovista de vida; no así el mar, donde había una inmensa actividad debido a la gran cantidad de organismos que lo habitaban: moluscos, anélidos y artrópodos, como los trilobites; parece que estos últimos eran los más abundantes. Muchos de los animales desarrollaron conchas.



*Figura 17. Ambiente marino en el período Cámbrico.*

## Período Ordovícico

En él aparecieron los primeros peces, cubiertos con un armazón externo de hueso, y se diversificaron los moluscos.



*Figura 18. Molusco que representa el período Ordovícico.*

## Período Silúrico

En este período crecieron las primeras plantas sobre la superficie terrestre y sirvieron de alimento para otros organismos que buscaron establecerse en ese ambiente. Los escorpiones fueron los primeros animales que se adaptaron al medio terrestre.



*Figura 19. Animales que existieron en el período Silúrico.*

## Período Devónico

Durante él se desarrollaron las plantas en tierra y algunos artrópodos, como arañas y ciempiés. Los peces se diversificaron y se adaptaron a diferentes ambientes acuáticos; alguna de sus variedades fue el origen de los anfibios al desarrollar aletas carnosas –adaptación que les permitió desplazarse en el lodo– y vejigas de aire que le permitieron respirar fuera del agua y vivir en pantanos y charcas.

Hacia el final del devónico existieron extensos bosques de helechos, licopodios y gimnospermas primitivas.



*Figura 20. Animal y planta representativos del período Devónico.*

## Período Carbonífero

En él se formaron, en zonas pantanosas, grandes bosques constituidos por gigantescos helechos, licopodios y gimnospermas.



**Figura 21.** Ambiente terrestre en el período Carbonífero. Muchos investigadores señalan que este tipo de bosques, al fosilizarse, dieron lugar a los depósitos de carbón que se explotan en la actualidad.



**Figura 22.** En el período Carbonífero se originaron los reptiles primitivos y los insectos.

## Período Pérmico

Este período marcó el fin de la era Paleozoica. Destaca la modificación del relieve general, es decir, la formación de grandes cadenas montañosas y la destrucción de algunas otras.

Numerosas zonas fueron cubiertas por hielos y otras se transformaron en desiertos, por lo que muchos organismos no pudieron sobrevivir a estos cambios y se extinguieron; entre ellos pueden citarse los trilobites y los peces placodermos.

Los reptiles sobrevivieron y predominaron en la siguiente era.



*Figura 23. Animal representante del período Pérmico.*

## Era Mesozoica

Hace aproximadamente 280 millones de años comenzó la era Mesozoica, cuya duración aproximada fue de 215 millones de años. Esta era es conocida como la “edad de los reptiles”, ya que durante ella abundaron estos animales.

Hubo reptiles enormes; por ejemplo, algunos dinosaurios llegaron a tener 30 metros de largo y un peso cercano a las 25 toneladas. Predominaron tanto que ocuparon la mayoría de los hábitat acuático, aéreo y terrestre.

En esta era se inició la separación gradual de la Pangea. Los continentes paulatinamente adquirieron una forma muy semejante a la que presentan en la actualidad, aunque no la posición que ahora se conoce.

La era Mesozoica comprende los períodos Triásico, Jurásico y Cretácico.

## Período Triásico

En este período aparecen los erizos de mar y se diversifican los moluscos y los reptiles. También abundaron los musgos, helechos y gimnospermas.



**Figura 24.** Representante del período Triásico.

## Período Jurásico

En él surgieron grupos de mamíferos relativamente pequeños; algunos de ellos se extinguieron.

En el registro fósil de este período se han encontrado restos de organismos que presentan características de reptiles y aves; a dichos organismos se les conoce con el nombre de *Archeopteryx* y se supone que son el origen de las aves modernas.

En este período también aparecieron las primeras plantas con flores (angiospermas), de las cuales se cree que fueron el resultado de la evolución de un grupo primitivo de helechos.

Las gimnospermas tuvieron una amplia distribución y diversificación, predominando sobre los gigantes licopodios, equisetos y helechos con semillas, los cuales se extinguieron.



**Figura 25.** Animal representante del período Jurásico.

## Período Cretácico

Las angiospermas se desarrollaron y distribuyeron ampliamente en el medio terrestre (la mayoría de estas plantas son leñosas).

En este período aparecieron las primeras aves. A finales de este período la mayoría de los grandes reptiles se extinguieron –debido a causas que aún se están investigando– y quedaron solamente reptiles similares a los actuales.



**Figura 26.** Animal representante del período Cretácico.

Existen varias hipótesis acerca de la extinción masiva de los dinosaurios; una de ellas plantea que un asteroide de 10 km de diámetro –o varios de menor tamaño– cayó sobre la Tierra.

Según esta hipótesis, el asteroide provocó una nube de polvo que impidió la penetración de los rayos solares hasta la superficie terrestre, lo que causó un enfriamiento y una disminución radical en la fotosíntesis. Los efectos sobre todos los seres vivos fueron devastadores y provocaron la muerte de la mayoría. Con el tiempo la nube se disolvió. Algunos organismos sobrevivieron y la vida en el planeta continuó.

Como haya ocurrido, los dinosaurios son un grupo que resistió especialmente los efectos de un poderoso cambio que hace 65 ma abarcó al planeta entero. Por lo espectacular de sus fósiles los dinosaurios son objeto de frecuentes investigaciones.

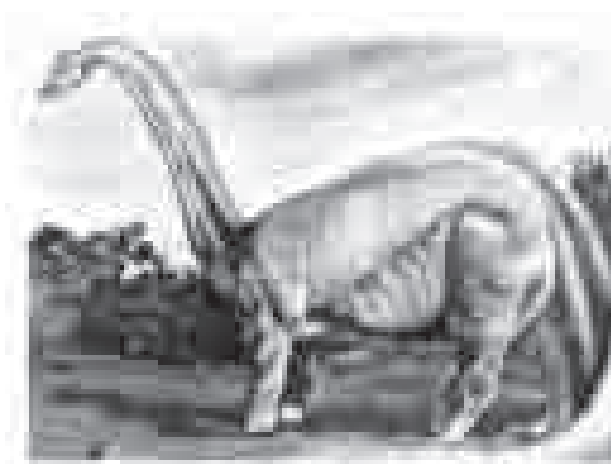


**Figura 27.** Representación hipotética del impacto de un asteroide sobre la Tierra.

El territorio de Villa de Leyva, en nuestro país, es una zona donde se encuentran fósiles. Está localizada a 60 km de Tunja, con una altura de 2 145 metros sobre el nivel del mar y una temperatura de 17 °C, es considerada patrimonio nacional. En este lugar hay una gran cantidad de fósiles, que confirman que esta población fue un fondo marino. Existe un museo donde se encuentra el fósil de un **Brontosaurio**.



**Figura 28.** Ambiente terrestre en el período Jurásico de la era Mesozoica.



**Figura 29.** La zona de Villa de Leyva es una de las partes de nuestro país, donde se encuentra gran cantidad de fósiles, en especial amonitas.

## Era Cenozoica

Esta era abarca desde hace 65 ma hasta la actualidad. Es la era en la que actualmente vivimos.

Al final de la era Mesozoica y a principios de la era Cenozoica se produjeron formaciones montañosas como las grandes cordilleras del Himalaya en Asia, Las Rocallosas en los Estados Unidos de América, entre otras.

Los hechos que modificaron el ambiente y dieron fin al Mesozoico, aunados a la extinción masiva de reptiles, sobre todo del tipo de los dinosaurios, y la modificación del ambiente que provocaron las nuevas formaciones montañosas, favorecieron el desarrollo, distribución y evolución de los mamíferos.



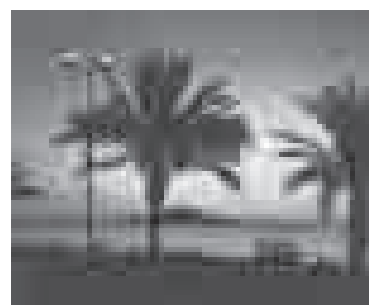
**Figura 30.** A la era Cenozoica se le conoce como la “edad de los mamíferos”.

Los mamíferos comenzaron a dominar paulatinamente los hábitat ecológicos en donde antes predominaron los dinosaurios.

Durante la era Cenozoica las angiospermas se han diversificado y dispersado, de tal modo que han invadido prácticamente todos los rincones de la Tierra.

Entre las angiospermas están incluidas las plantas leñosas, las cuales muestran una gran variedad de estructuras y formas de vida. Se distinguen dos clases: las **monocotiledóneas** y las **dicotiledóneas**.

Entre otras, puede señalarse como ejemplos de las monocotiledóneas las palmeras, las plantas con bulbos como la cebolla y el tulipán y las plantas productoras de granos como el maíz, el arroz, trigo, etcétera. Como dicotiledóneas tenemos el frijol, el haba y el garbanzo.



**Figura 31.** El frijol es una planta dicotiledónea; las palmeras son monocotiledóneas.





**Figura 32.** En la era Cenozoica ocurrieron varios enfriamientos de la Tierra conocidos como períodos glaciares.

La era Cenozoica se subdivide en dos períodos, el **terciario** y el **cuaternario**.

## **Período Terciario**

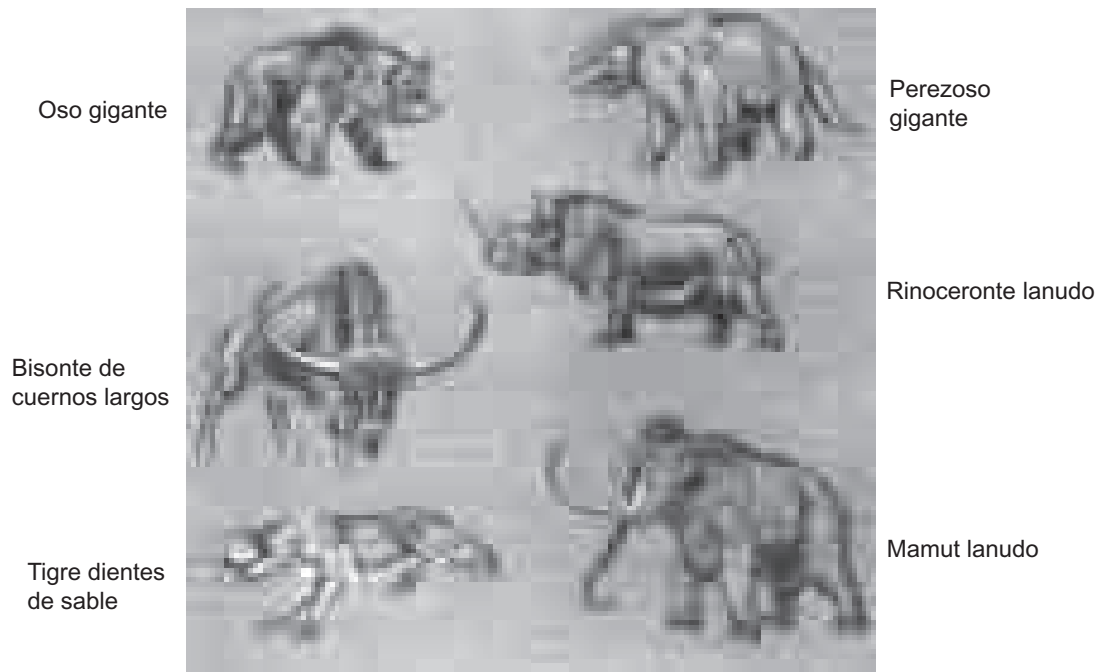
En este período había representantes de todos los grupos de mamíferos actuales.

Algunos mamíferos que existieron hace aproximadamente 10 millones de años, como el oso gigante, el rinoceronte lanudo, el bisonte de cuernos largos, el mamut y el tigre dientes de sable, entre otros, no eran muy diferentes a ciertos mamíferos actuales.

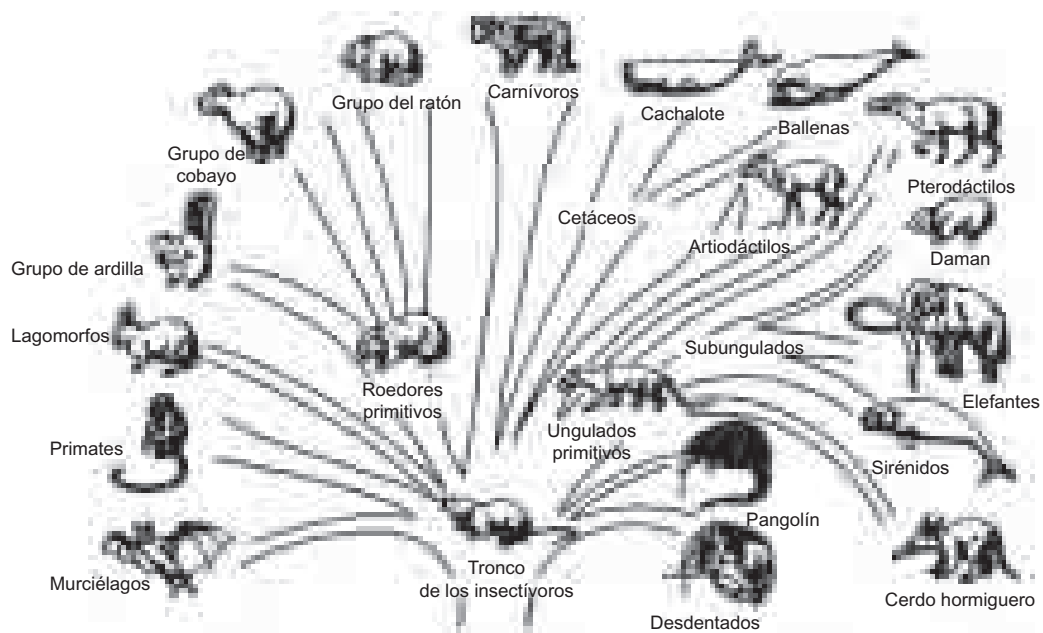
Al principio de este período ya existían los mamíferos monotremas, género al que pertenece el ornitorrinco que aún hoy está presente en Australia; este animal es un mamífero que amamanta a sus crías y su piel está cubierta de pelo, tiene pico similar al del pato y pone huevos como las aves y los reptiles.

También se encontraban mamíferos marsupiales como la zarigüeya o el fara y el canguro, caracterizados por llevar a sus crías en una bolsa, conocida como marsupio, que tiene en el vientre.

Los mamíferos placentarios también eran abundantes en este período. En estos animales el embrión se desarrolla y nutre en el útero de la hembra por medio de una estructura conocida como placenta. El ser humano es un mamífero placentario.



**Figura 33.** Ejemplos de algunos mamíferos que existieron hace diez millones de años.



**Figura 34.** La mayoría de los mamíferos actuales son placentarios.

## Período Cuaternario

Para algunos investigadores este período abarca desde hace 2 ma hasta la actualidad, aunque para otros desde hace 2.5 ma. Es el período que actualmente está en desarrollo.

Al empezar este período ya había homínidos como el *Homo habilis*. Posteriormente se desarrollaron otros como el *Homo erectus* y el *Homo sapiens*. Este último corresponde a la especie humana.

ERA CENOZOICA		
Período	Época	Grandes acontecimientos
CUATERNARIO	HOLOCENO	<b>La actualidad</b> Se desarrollan las civilizaciones. Se forman los desiertos actuales. Se retiran las glaciaciones.
	PLEISTOCENO	Aparece el <i>Homo sapiens</i> . Se suceden épocas glaciares que modifican la flora y la fauna.
TERCIARIO	PLIOCENO	Se intensifica la actividad volcánica. Se forma el istmo de Panamá y se abre el estrecho de Gibraltar. Abundan los invertebrados, aparecen elefantes y equinos. Aparecen los Australopithecus, antepasados del <i>Homo sapiens</i> .
	MIOCENO	Se completan los sistemas montañosos, Himalaya, Alpes y Andes. Se establece un clima cálido, flora y fauna parecidos a los actuales.
	OLIGOCENO	Termina el plegamiento alpino. Se enfría en general toda la Tierra. Se desarrollan los moluscos. Adquieren importancia los mamíferos.
	EOCENO	Se inicia la formación del plegamiento alpino, Himalaya y Andes. Se implanta un clima cálido y húmedo, se forman grandes bosques, y se desarrollan los mamíferos.
	PALEOCENO	La actividad volcánica es intensa. Se desarrollan los mamíferos placentarios, primates, roedores. Surgen árboles caducifolios.

Tabla 5. Características de la era Cenozoica.

### 3.7 EVIDENCIA FÓSIL DE LA EVOLUCIÓN BIOLÓGICA

Corresponde a la sesión GA 3.22 (45.1) RELIQUIAS DEL PASADO

La evolución biológica es un aspecto de la evolución total del Universo. Se refiere al origen de la vida y al desarrollo y diversificación subsecuentes de los organismos en el transcurso de miles de millones de años.

Actualmente, la ciencia explica el origen del Universo, de la Tierra y de la vida con hipótesis y teorías fundamentadas en la investigación realizada por innumerables hombres y mujeres de ciencia a lo largo de muchas generaciones.

El ser humano vive sin advertir cambios radicales en los organismos, ya que éstos ocurren muy lentamente. Sin embargo, por medio de los fósiles pueden determinarse qué tipo de seres habitaron la Tierra en el pasado.

Los fósiles, evidencia de la antigüedad de la vida en el planeta, son esqueletos, huellas, excrementos, conchas, entre otras, conservados por lo común en rocas debido a un proceso conocido como **fosilización**. El tiempo mínimo para considerar a cualquier evidencia de la vida como fósil es de 10 000 años.

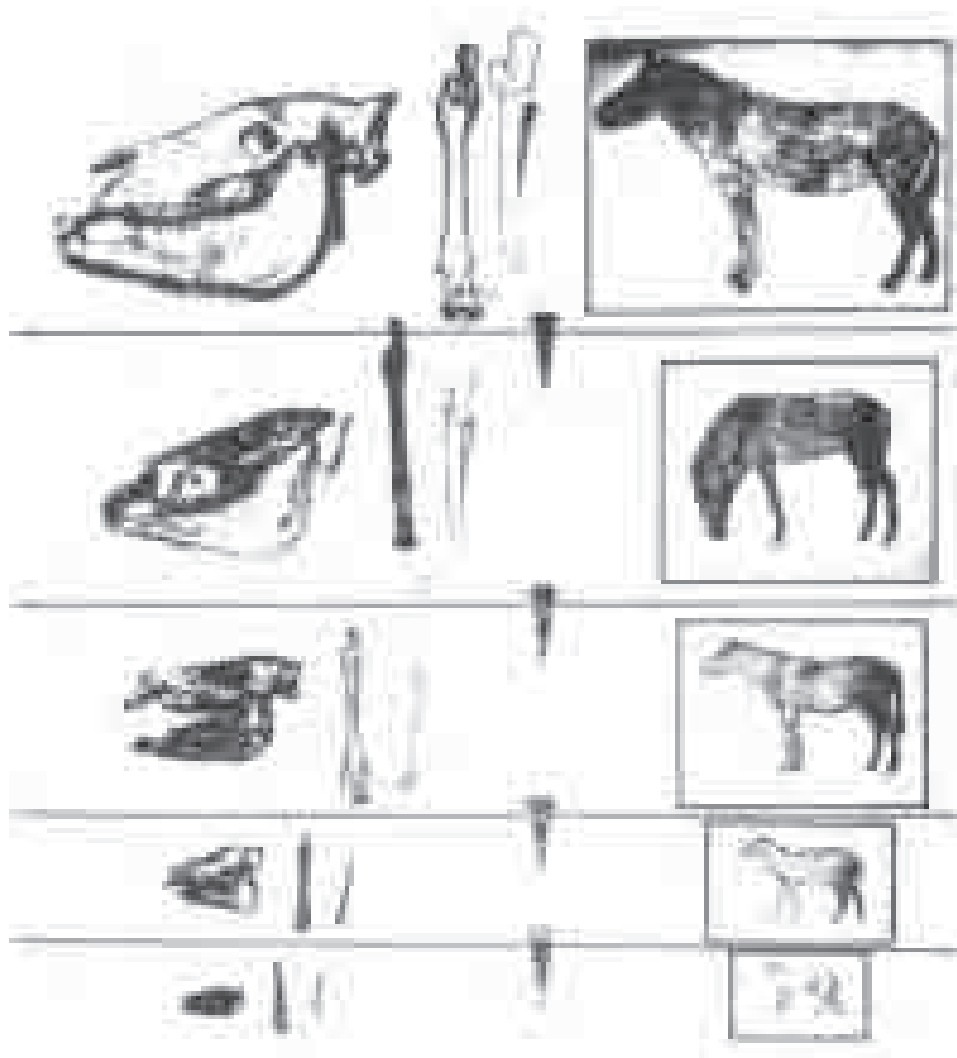


**Figura 35.** Ejemplos de fósiles.

El proceso de fosilización ocurre cuando algún organismo, al morir, queda en el fondo de un río, un pantano, un lago o del mar. Enseguida las partes blandas del cuerpo se pudren mientras que las partes duras como los huesos, los dientes o los caparazones, se cubren con arena o arcilla.



**Figura 36.** *Proceso de fosilización.*



**Figura 37.** *Esquema que muestra los cambios evolutivos del caballo.*

Poco a poco, el agua con minerales disueltos penetra en el hueso o la concha y los convierte en roca. Entonces, las capas de barro y arena presionan, los restos cubiertos quedan cada vez más enterrados y, al final, la arcilla o la arena acaban convirtiéndose en roca, en la cual se encuentran los fósiles.

Los fósiles sólo representan un registro infinitamente pequeño de lo que es la evolución y las pruebas más directas de que ésta ha ocurrido.

En algunos casos ha sido posible contar con registros muy completos que permiten seguir la línea evolutiva de algunos organismos, como el caso del caballo y el elefante.

La edad de los fósiles ha podido calcularse mediante la datación de las rocas en donde se encuentran. La edad de éstas se estima por medio del estudio de los elementos radiactivos que poseen, como el uranio y el potasio, elementos que se desintegran en las rocas a velocidades constantes.

# EVIDENCIAS SOBRE EL ORIGEN DE LA VIDA

El origen de la Tierra se ha calculado en 4 500 millones de años; se cree que tuvo una temperatura aproximada de 10 000 grados centígrados, pero fue enfriándose hasta lograr una temperatura moderada para el desarrollo de la vida.

Una de las evidencias más importantes, para estudiar la historia evolutiva de nuestro planeta son los **fósiles**. El estudio de éstos, nos permite investigar las características del ambiente y de las especies que han existido a través del tiempo. Los registros fósiles que se han encontrado no son suficientes para relatar verdaderamente **la historia de nuestro planeta**, es decir, que el registro fósil que tenemos tanto en las zonas geográficas como en los museos, es realmente un evento fortuito e incompleto, es como tener una enciclopedia a la cual le hacen falta tomos y capítulos completos. Otra evidencia evolutiva es la aproximación que se ha encontrado en las **estructuras óseas muy similares** en número y forma. La embriología comparativa también ha aportado elementos importantes para investigar los ancestros comunes de los seres, a través del estudio del desarrollo de los embriones. Por último, podemos decir que el estudio de la molécula de **ADN** es una de las evidencias más recientes, esto se hace a través del estudio de la secuencias de las estructuras que conforman el ADN. Si se encuentra que la secuencia es muy parecida, hay mucho más cercanía evolutiva, que si la secuencia es diferente.

Los fósiles son restos o huellas de organismos que vivieron hace mucho tiempo.

Un ejemplo de estructuras óseas similares son las patas delanteras de un perro y los brazos del hombre. Estas estructuras reciben el nombre de homólogas.

El ADN o ácido desoxirribonucleico es una macromolécula donde se encuentra toda la información sobre la forma y el funcionamiento de cada organismo, se halla en el núcleo de la célula formando los cromosomas.

## Capítulo 4

# FUNCIONES BIOLÓGICAS



Todos los organismos llevan a cabo una amplia variedad de funciones que les permiten mantener la vida y dar continuidad a la especie a través del tiempo.

Dichas funciones forman parte de dos grandes procesos: el metabolismo y la autoperpetuación.

En el metabolismo se agrupan las funciones que mantienen la vida de los organismos, entre ellas la nutrición y la excreción, relacionadas en forma directa con la circulación, la respiración y el crecimiento, donde encontramos el sistema óseo y muscular.

La autoperpetuación es un proceso que permite la continuidad de los seres vivos como



especies por medio de la reproducción; en ese proceso intervienen también los cambios paulatinos en los organismos, o adaptación, ante un ambiente en constante transformación.

Las funciones que serán descritas en el presente capítulo son: la nutrición y la circulación.

*“La vida sólo es soportable cuando el organismo funciona armónicamente y existe un equilibrio natural”.*

**ANÓNIMO**

## 4.1 NUTRICIÓN

Corresponde a la sesión de GA 4.26 (33.2) ¿TODOS COMEMOS IGUAL?

Todos los organismos realizan continuamente sus funciones biológicas; por tal motivo, cualquier ser vivo debe tener una fuente constante de energía.

El término “función” se refiere a la actividad que se realiza en el interior de los organismos.

La **nutrición** es el mecanismo mediante el cual un organismo consume materia y energía continuamente, en forma de alimento, para cubrir sus requerimientos.

### La nutrición autótrofa

Los organismos que tienen la capacidad de fabricar o de sintetizar su alimento se denominan **autótrofos**.



**Figura 1.** Organismos autótrofos.

Como ejemplo de ellos están los representantes de los reinos Mónica – cianobacterias–, Protocista – todas las algas y algunos protozoarios – y Plantae, prácticamente todas las plantas.

Estos organismos solamente necesitan sustancias simples como agua ( $H_2O$ ), dióxido de carbono ( $CO_2$ ), algunas sales minerales, un pigmento que capte la luz y una fuente de energía luminosa para elaborar alimento a través de la fotosíntesis.

En el proceso que hacen las plantas para la elaboración de las sustancias orgánicas, se pueden distinguir tres etapas: **absorción** de nutrientes, **conducción** de sustancias y **fotosíntesis**.

En la absorción las plantas han desarrollado estructuras especializadas para realizarla; en las plantas inferiores (rizoides) y en las plantas superiores (raíces), transportando el agua y sales minerales desde el suelo. La conducción de sustancias en las plantas vasculares es posible gracias a los tejidos especializados de transporte: xilema y el floema; el primero transporta el agua y minerales de las raíces hacia las hojas, el segundo distribuye las sustancias formadas en la fotosíntesis, desde la hojas hacia el resto de la planta.

## La nutrición heterótrofa

Los seres vivos que no elaboran su alimento, y que sólo lo consumen y transforman, se denominan **heterótrofos**.

Todos los animales, incluido el ser humano, los hongos y la mayor parte de las bacterias son heterótrofos. Por ejemplo, un animal necesita ingerir alimentos que le proporcionen sustancias, como carbohidratos y proteínas, para desarrollar todas sus actividades.



*Figura 2. Organismos heterótrofos.*

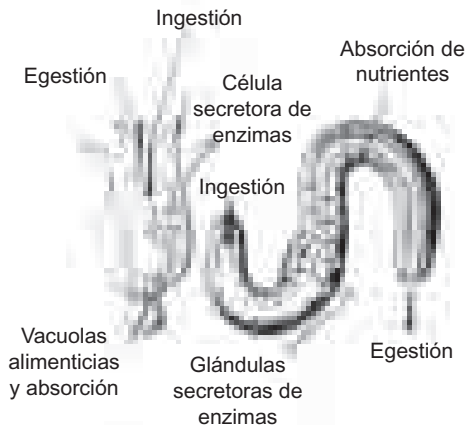
## La digestión

La **digestión** es el proceso en el cual los alimentos ingeridos se transforman en sustancias simples o nutrientes, para ser transportadas a cada una de las células.

Dependiendo del tipo de organismos, del grado de complejidad y del tipo de alimentación se pueden estudiar tres formas principales de digestión:

**Digestión intracelular.** Ocurre cuando la transformación de los alimentos se realiza al interior de la célula, gracias a las vacuolas y lisosomas. Este tipo de digestión la encontramos en protistas y en animales como la esponja.

**Digestión extracelular.** Se presenta cuando el alimento es transformado por enzimas fuera de las células. Esta se presenta en los hongos, hidras y anémonas.

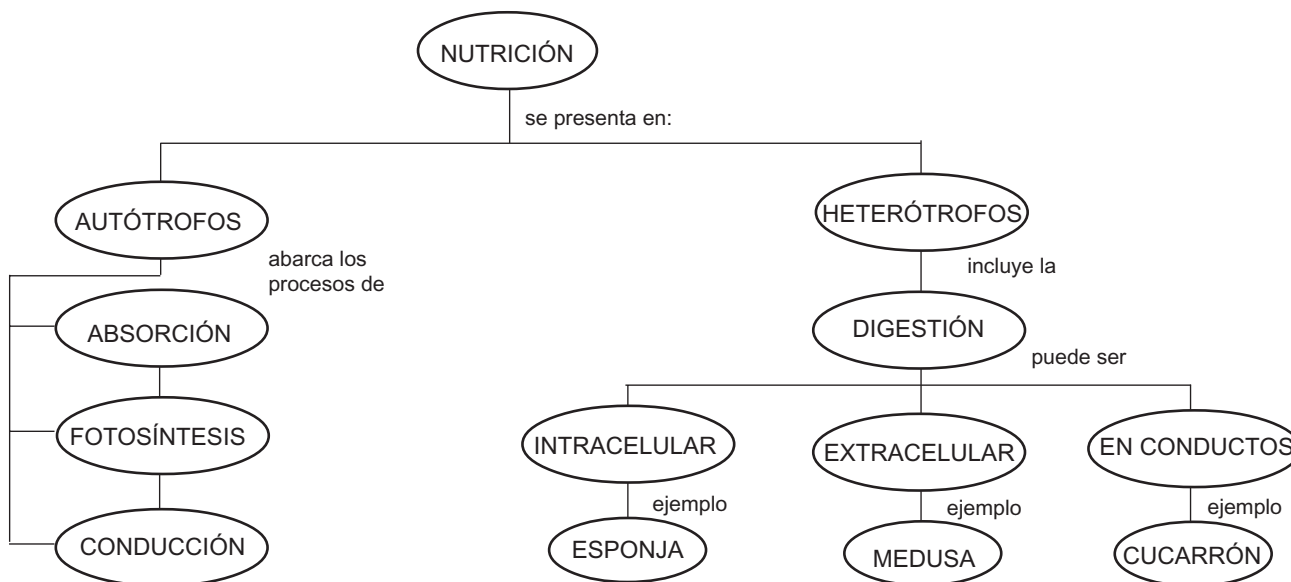


**Figura 3.** Organismos de digestión intracelular y extracelular.

**Digestión en conductos.** La digestión se lleva a cabo a través de etapas, cuando el alimento avanza a lo largo de un conducto que recorre todo el cuerpo. Este tipo de digestión se presenta en nematodos, artrópodos, equinodermos y vertebrados.

## La absorción

La **absorción** es un proceso activo y selectivo que permite que los nutrientes simplificados lleguen al citoplasma de la célula para ser aprovechados. En el ser humano esto lo realiza el intestino delgado.



**Figura 4.** Mapa conceptual de la nutrición.

Dentro del heterotrofismo existen varias formas de obtener alimento; algunas de ellas son el **parasitismo**, el **saprofitismo** y el **holotrofismo**.

## Parasitismo

En este caso, un organismo, denominado **parásito**, vive sobre o dentro del cuerpo de otro. Obtiene de él su alimento y le causa daño, llegando en algunos casos a producir la muerte.

## Saprofitismo

En el saprofitismo los organismos absorben materia en descomposición a través de la membrana celular. Los hongos y casi todas las bacterias utilizan esta forma de alimentación.

## Holotrofismo

Consiste en consumir fragmentos de otro organismo, que sirve de alimento.

Seres vivos representativos de este tipo son los protozoarios, insectos, peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos.

Incluidas en el holotrofismo están la **nutrición herbívora**, **carnívora** y **omnívora**. De acuerdo con esto, un organismo puede recibir el nombre de herbívoro, carnívoro u omnívoro, según el tipo de alimentos que consume.



**Figura 5.** Formas de obtención de alimentos.

- Los organismos que se alimentan exclusivamente de vegetales reciben el nombre de **herbívoros**. El ganado vacuno, algunos insectos y numerosos peces pertenecen a este grupo.
- Los que se alimentan de otros animales se llaman **carnívoros**. Son ejemplo de ellos los gatos, lobos, águilas, tiburones y estrellas de mar.

- También existen en la naturaleza organismos que se alimentan de otros organismos, o de parte de ellos, de todos los reinos; a ellos se les conoce con el nombre de **omnívoros**. Ejemplo de ellos son ratas y el ser humano.



**Figura 6.** Organismos con alimentación holotrófica: (a) herbívoros, (b) carnívoros y (c) omnívoros.

## Clases de sistemas digestivos

Dependiendo de la complejidad, en los animales podemos observar dos clases de sistemas digestivos:

**Simple o incompleto.** Este sistema está conformado por un saco o bolsa ubicado al interior del organismo y se comunica al exterior a través de un orificio que hace las veces de boca y ano. En este sistema no se llevan a cabo los procesos de ingestión, digestión y eliminación.

**Sistema complejo.** Este sistema está constituido por un tubo con dos aberturas, una permite la entrada de alimentos y la otra facilita la salida de desechos.

## Ingestión

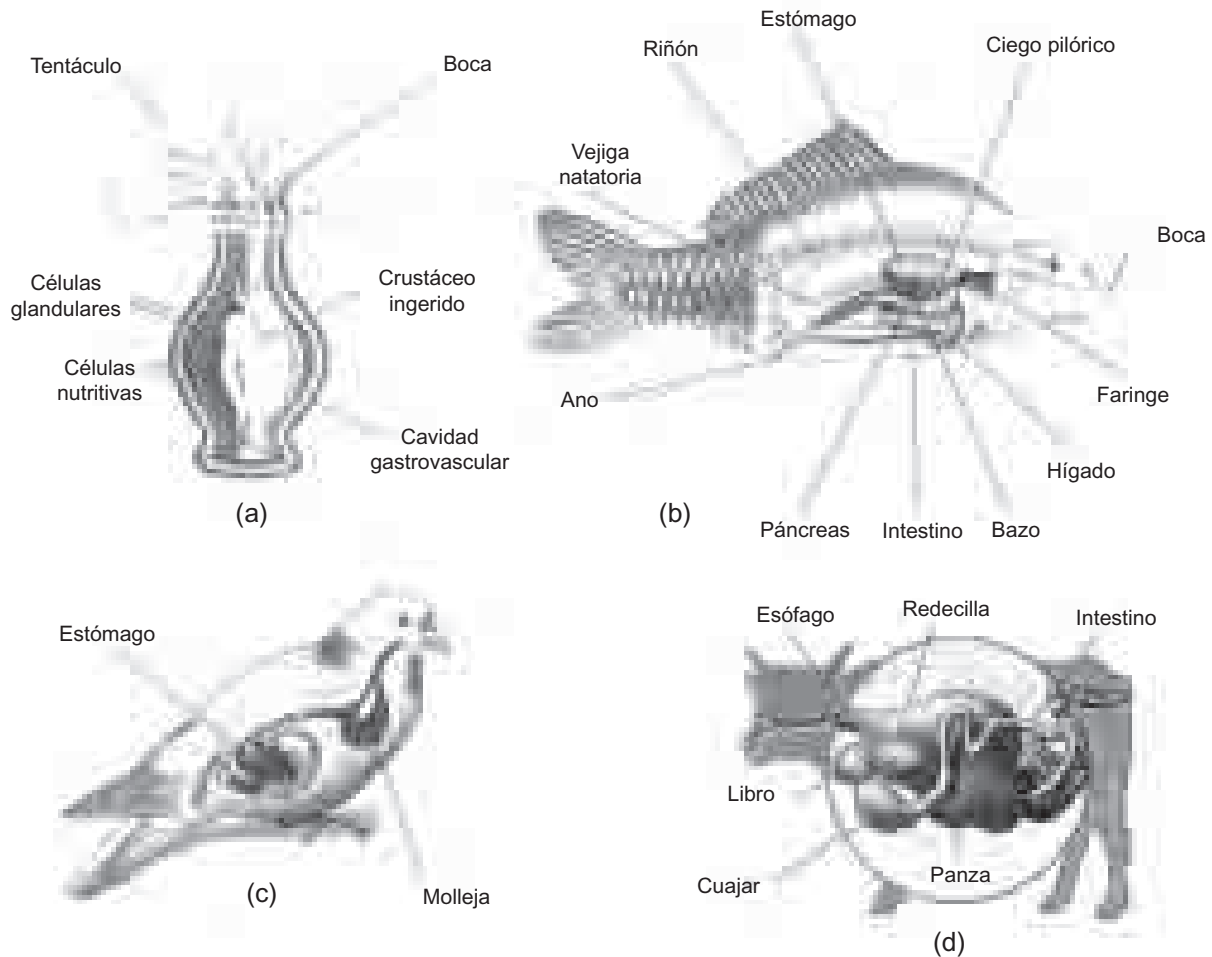
Es el proceso mediante el cual los alimentos se introducen al tracto digestivo, por estructuras encargadas de su captación; ejemplo: ventosas, pico perforado, piezas bucales, aparato filtrador, etcétera.

## Funciones del sistema digestivo

Entre las funciones del sistema digestivo están:

- **Destrucción mecánica.** Ocurre cuando los alimentos se rompen en partes más pequeñas, gracias a estructuras como: colmillos, dientes, estructuras trituradoras, mandíbulas, entre otras.
- **Destrucción química.** Las partículas de los alimentos deben exponerse a enzimas digestivas y otros líquidos, para desdoblarse en unidades más pequeñas.
- **Absorción.** Es el proceso a través del cual las moléculas pequeñas se envían a todas las células del cuerpo.
- **Eliminación.** Los materiales no digeribles deben ser expulsados fuera del cuerpo.

Los sistemas digestivos difieren en algunas estructuras de unos animales a otros, como podemos observar en los siguientes gráficos:



**Figura 7.** Sistema digestivo de: (a) hidra, (b) pez, (c) ave y (d) vaca.

En los organismos formados por una célula, la nutrición la efectúa la propia célula.

En los organismos formados por muchas células existen procesos cuya finalidad es hacer llegar los nutrientes a cada una de sus células.

En los mamíferos, por ejemplo, el aparato digestivo se encarga de transformar y reducir los alimentos hasta sustancias de un tamaño tal que puedan pasar a la sangre y, por medio de ella, distribuirse a todas las células del organismo.

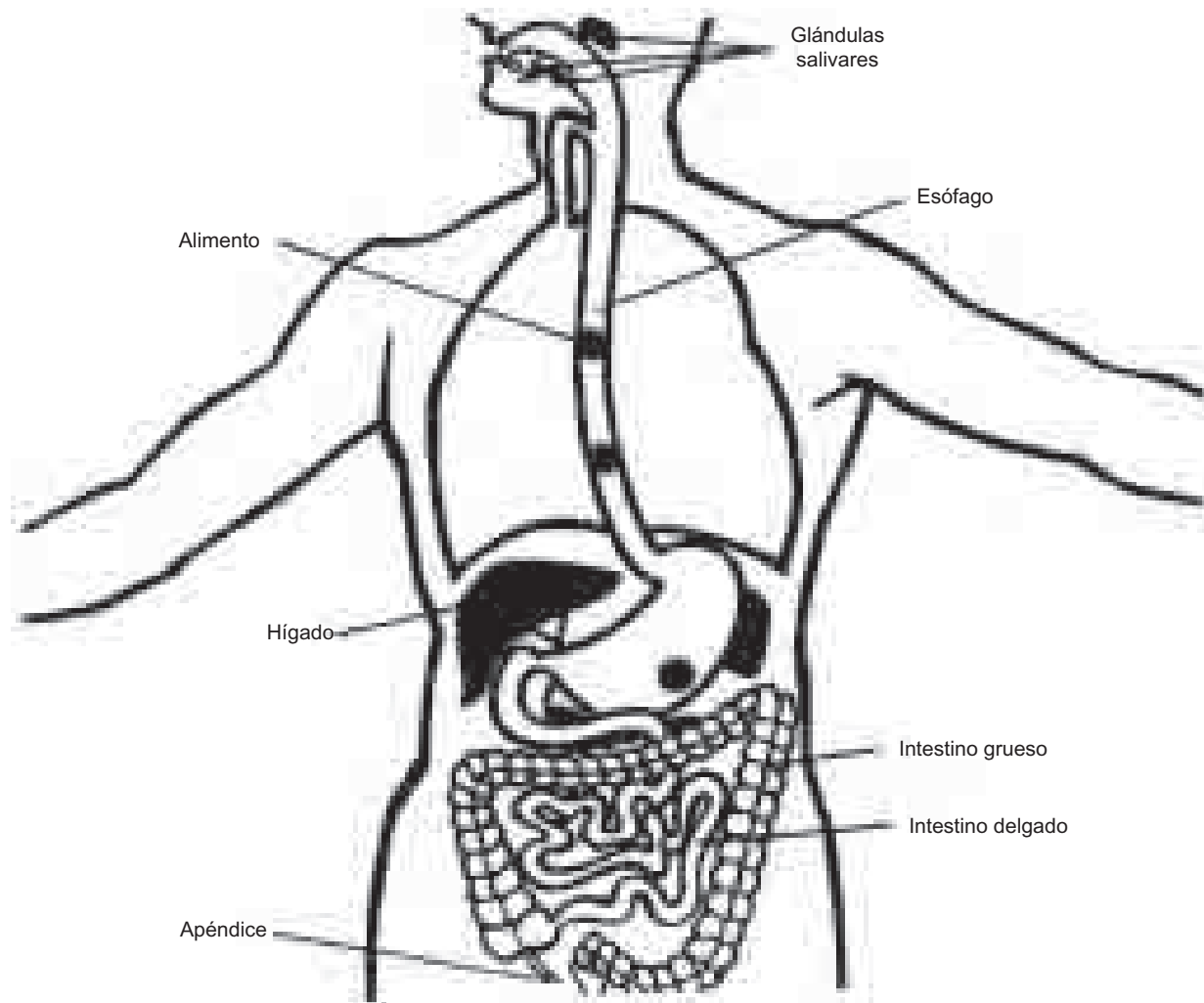
En todos los casos, ya se trate de un organismo autótrofo o heterótrofo, de uno formado por una célula o por muchas, la nutrición se lleva a cabo, finalmente, en el nivel de las células.

Cabe destacar que los alimentos no son totalmente asimilados; la porción no aprovechada es desechada. A este mecanismo de salida se le conoce como **excreción**.

## 4.2 NUTRICIÓN EN EL SER HUMANO. EL APARATO DIGESTIVO

Corresponde a la sesión de G A 4.27 (54.2) TRANSFORMADOR DE ALIMENTOS

El aparato digestivo realiza la función de la **digestión**, es decir, los órganos que lo forman trituran o descomponen los alimentos en moléculas utilizables por las células del cuerpo. En este proceso intervienen diversas enzimas.

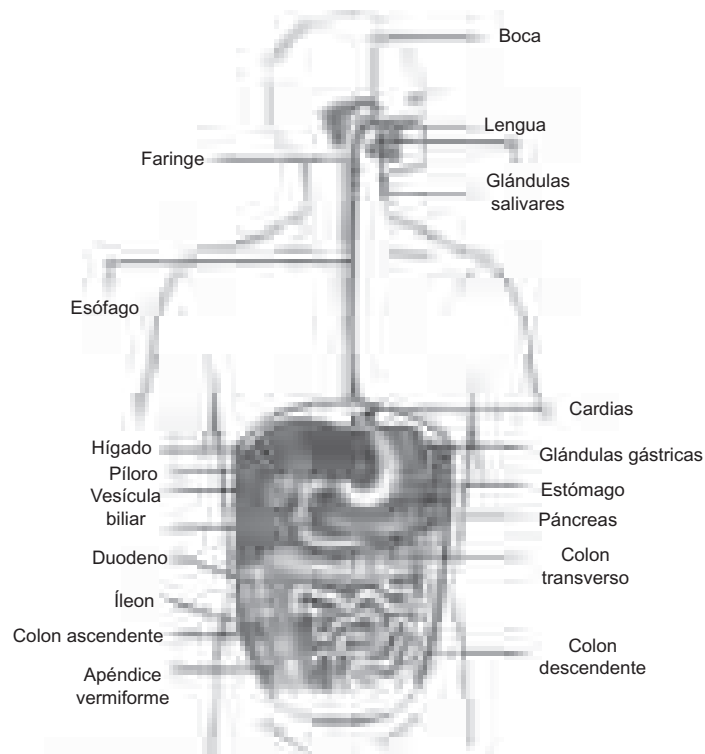


**Figura 8.** Durante la digestión los alimentos se transforman en sustancias más sencillas.

El aparato digestivo está formado por un largo tubo musculoso que se inicia en la boca, continúa con el esófago, los intestinos delgado y grueso y termina en el ano.

Algunas glándulas se encuentran fuera del tubo digestivo pero vierten en él sus secreciones (salivales, hígado, vesícula biliar y páncreas), por lo que se denominan **órganos accesorios**.

Los dientes y la lengua también se consideran estructuras accesorias.



**Figura 9.** Aparato digestivo.

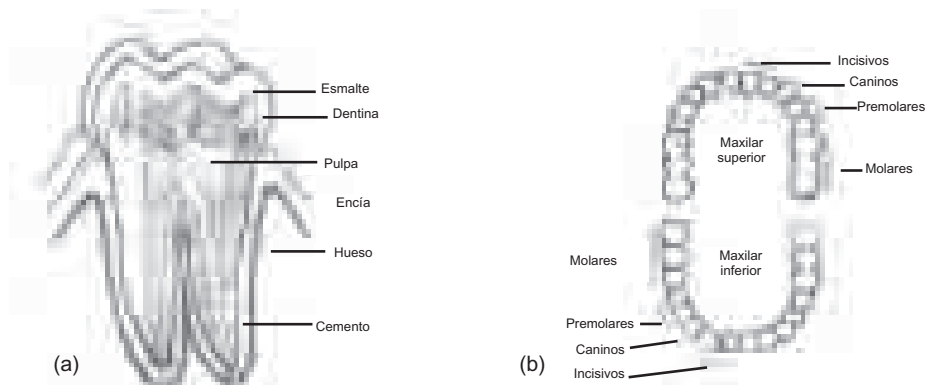
## Boca

En la parte externa de la cavidad bucal se encuentran los labios, en la interna están las mejillas, los dientes, la lengua y el paladar.

Los labios cierran el tubo digestivo.

Las mejillas (paredes laterales de la cavidad bucal) contribuyen con sus músculos a la masticación.

Los dientes cortan, desgarran y muelen el alimento.



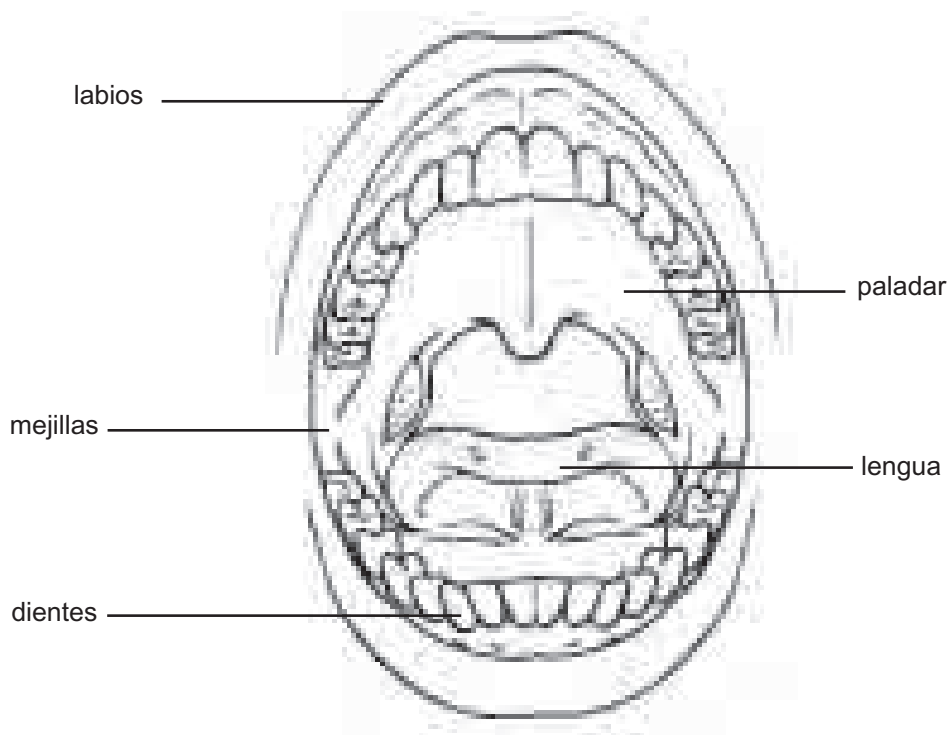
**Figura 10.** Los dientes son órganos accesorios del aparato digestivo: (a) estructura de un molar y (b) dentición definitiva.



La lengua mezcla la saliva –la cual secretan tres pares de glándulas salivales– con el alimento y lo dirige hacia los dientes para la masticación, o hacia atrás para su deglución, es decir, el paso del alimento por la faringe hacia el esófago.

El paladar o techo de la boca termina en la úvula, comúnmente llamada “campanilla”.

En la boca se inicia el proceso de la digestión de los azúcares, y algunos otros compuestos, por la acción de enzimas presentes en la saliva, como la *ptialina* y la *amilasa*.



**Figura 11.** Órganos de la boca.

## Faringe

Es un órgano común a los aparatos respiratorios y digestivo, porque se comunica con el esófago y la laringe.

El paso hacia uno u otro conducto lo regula la válvula llamada epiglotis, la cual tapa la laringe e impide el paso del alimento hacia los órganos del aparato respiratorio.

## Esófago

Es un tubo de unos 25 cm aproximadamente, que lleva el bolo alimenticio hasta el estómago. En la unión con el estómago hay una válvula llamada **cardias** que controla la entrada de los alimentos.

## Estómago

Este órgano es la porción más ensanchada del tubo digestivo y, en la mayoría de los casos, tiene la forma de la letra jota.

Las funciones del estómago son:

- Almacenar el alimento.
- Producir jugos gástricos, cuyas enzimas transforman los carbohidratos, proteínas y grasas simples.
- Mezclar las enzimas con los alimentos hasta obtener una masa homogénea, de consistencia semilíquida, llamada quimo.
- Vaciar el quimo al intestino delgado.

## Intestino delgado

Es un tubo que mide, aproximadamente, cinco metros y medio de longitud y se acomoda en la cavidad abdominal. En su parte interior tiene una gran cantidad de microvellosidades.

Las funciones de este órgano del aparato digestivo son:

- Secretar jugo intestinal y recibir jugo pancreático y bilis.
- Empujar su contenido por medio de movimientos de contracción, hacia el intestino grueso.
- Concluir la digestión –iniciada en la boca y continuada en el estómago–, mediante la acción de las enzimas elaboradas por el páncreas, el hígado y él mismo. Las enzimas desdoblan las proteínas en aminoácidos. Las grasas en ácidos grasos y grasas simples, y los carbohidratos en glucosa y azúcares simples.
- Absorber agua, aminoácidos, azúcares simples, ácidos grasos, vitaminas y minerales y colocarlos en la sangre.

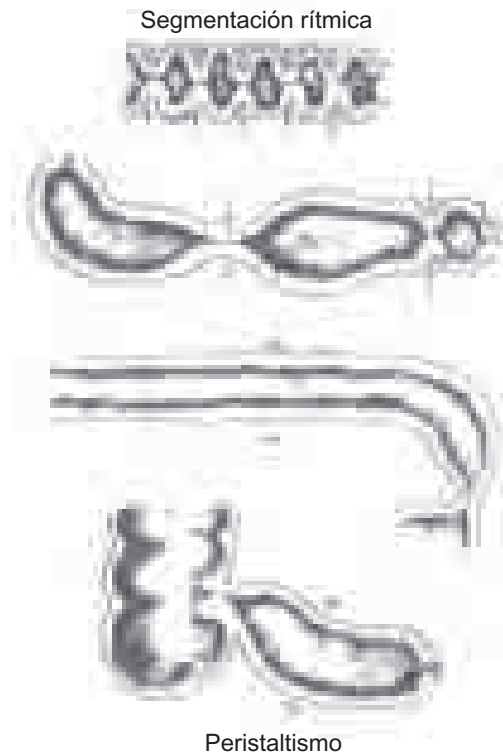
El estómago puede absorber agua y glucosa en pequeñas cantidades, y el alcohol casi en toda su totalidad, pero es en el intestino delgado donde la absorción es mayor.

## Intestino grueso

Es un tubo más ancho y corto que el intestino delgado y carece de vellosidades. Absorbe agua y sales por ósmosis y recibe los materiales que no se digirieron para dar lugar a una consistencia sólida y formar los desechos o excrementos.

Por la acción de sus músculos el intestino grueso empuja los desechos hacia el recto –la última porción del aparato digestivo que termina en el ano– para expulsarlos al exterior.

El aparato digestivo es una puerta al interior del cuerpo y todo lo que se introduzca por su conducto (alimentos, objetos, polvo, etcétera) puede influir en su buen o mal funcionamiento.



**Figura 12.** Movimientos del intestino grueso.

Para evitar enfermedades que afecten el aparato digestivo y el organismo es necesario practicar hábitos como los siguientes:

- Consumir una dieta balanceada, para que haya equilibrio nutricional.
- Masticar bien y despacio los alimentos, para facilitar la digestión.
- Evitar la defecación al ras del suelo, para evitar contaminación de alimentos.
- Aseo personal frecuente, principalmente de manos, boca y ano, para evitar entrada de infecciones.
- Cuidar la limpieza de utensilios y alimentos al preparar la comida, para que se mantengan sanos.

## Glándulas anexas

Las glándulas anexas son órganos que no pertenecen al tubo digestivo, pero facilitan el proceso de la digestión. Éstas son:

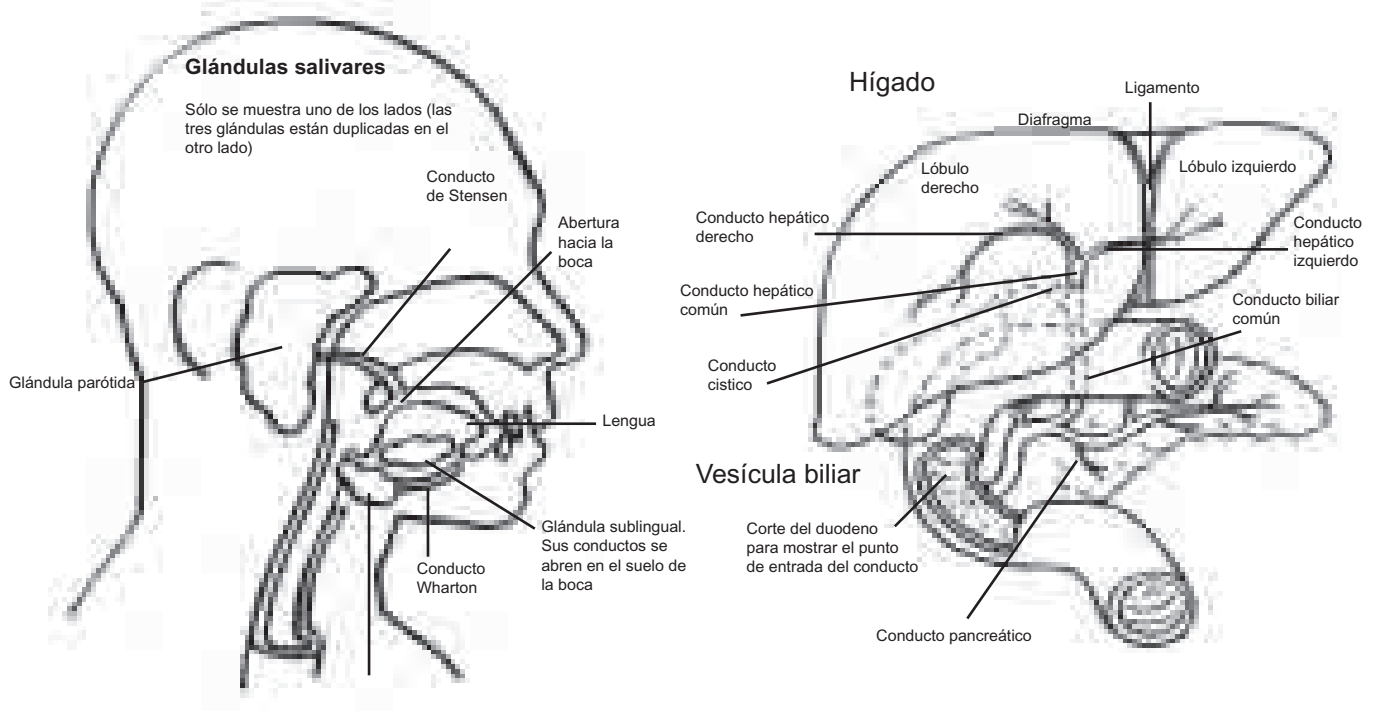
**El hígado.** Es el órgano más voluminoso del cuerpo, entre sus funciones están:

- Produce y secreta la bilis. Sustancia que facilita la digestión.
- Almacena glucosa y vitaminas.
- Sintetiza proteínas.
- Elimina glóbulos rojos viejos.
- Participa en el metabolismo de grasas, carbohidratos y proteínas.

**El páncreas.** Es un órgano en forma de hoja. Entre sus funciones está:

- Secreta jugo pancreático, que contiene enzimas que actúan sobre los carbohidratos, lípidos y proteínas.
- Produce insulina. Hormona que regula el azúcar en la sangre.

**Glándulas salivares.** Son pequeños órganos en forma de racimos, su función es la producción de saliva, la cual humedece los alimentos y facilita la deglución.



**Figura 13.** Glándulas anexas del sistema digestivo.

Finalmente es importante resaltar que el sistema digestivo, para su acción se relaciona con otros sistemas del organismo.

Gran cantidad de músculos se encuentran en las paredes de las vías digestivas. Éstas se contraen de manera rítmica haciendo que el alimento circule por el tracto digestivo.

Muchos capilares sanguíneos reciben las moléculas alimenticias para transportarlas a todas las células del cuerpo.

## Enfermedades del sistema digestivo

El sistema digestivo humano se ve afectado por diferentes enfermedades que influyen directamente en la salud. Entre las enfermedades principales tenemos:

- **Caries dental.** Es la destrucción gradual de los dientes por acumulación de residuos o

placa bacteriana. Se origina por falta de higiene bucal y por consumo excesivo de azúcares.

- **La gingivitis.** Es la inflamación y sangrado de las encías; ocasionado por residuos de alimentos, humo de cigarrillo, falta de vitaminas y falta de aseo.
- **La gastritis.** Es la inflamación de las paredes del estómago, es causada por irregularidad en el horario de las comidas y por exceso de ciertos alimentos y medicamentos como café, alcohol y aspirina. Si la gastritis no se controla puede llegar a producir úlcera.
- **Enteritis y colitis.** Son inflamaciones del intestino delgado y colon respectivamente. Son causadas principalmente por dietas inadecuadas o por infecciones.
- **Apendicitis.** Es la inflamación del apéndice, debido a una infección bacteriana. Normalmente se opera, pues de lo contrario puede perforarse y causar una peritonitis, que puede provocar la muerte.
- **La hepatitis.** Es una inflamación del hígado, causada por una infección viral, produce un color amarillo en la piel.

## Prevención e higiene

Debemos tener presente que nuestra salud depende en gran parte de una adecuada alimentación y de unos buenos hábitos de higiene.

El régimen de alimento debe ser completo en su composición, para que el organismo obtenga todas las sustancias que lo integran. La cantidad de alimentos debe ser suficiente para cubrir las exigencias nutricionales del organismo y mantener un buen equilibrio.

Los deberes que debemos tener en cuenta son:

- Lavar bien los alimentos antes de consumirlos y realizar una buena cocción.
- Lavar las manos antes de comer para evitar enfermedades infecciosas.
- Masticar bien los alimentos.
- Comer a horas fijas, sin prisa y sin exceso.
- Evitar el uso exagerado de condimentos, sal y bebidas alcohólicas.
- Al terminar de comer cepillar la boca.

## Salud dental

La alimentación de nuestra época contiene tanta azúcar que resulta inevitable prevenir la caries dental. No obstante una buena higiene bucal, el comer menos productos que contengan azúcar y las visitas regulares al odontólogo ayudarán a reducir la caries.

Si cepillas tus dientes cada mañana y cada noche, y después de cada comida, eliminas los restos de alimentos y previenes la acumulación de la placa dental. Además previenes el mal aliento.

Para la higiene de tu boca utiliza un buen cepillo de dientes; éste debe cambiarse mínimo cada seis meses. El cepillado debe estar acompañado de una crema dental, ésta endurece el esmalte y ayuda a prevenir la caries dental.

La mejor técnica para cepillar bien los dientes es la de ir cepillando de un lado a otro y después de arriba abajo, haciendo pequeños movimientos circulares. Cepilla primero el lado interior, sigue con la superficie y finalmente con la parte exterior de los dientes.

## 4.3 NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

Corresponde a la sesión de GA 4.28 (55.2) SOMOS LO QUE COMEMOS

Para hablar de nutrición es importante señalar la diferencia que existe entre ésta y la alimentación.

### Alimentación

La **alimentación** es el acto mediante el cual se ingieren comestibles o alimentos que contienen sustancias ricas en nutrientes y que tienen la cualidad de nutrir.

Por medio de los nutrientes el organismo recibe los materiales y la energía necesarios para:

- Realizar y regular sus funciones.
- Mantener su estructura corporal mediante la formación de nuevos tejidos o la sustitución de los que estén deteriorados.
- Conservar, en general, un estado favorable de salud.



**Figura 14.** La alimentación es un acto al cuidado de la salud.

## Nutrición

La **nutrición** es una función biológica que involucra un conjunto de procesos químicos, por medio de los cuales el alimento ingerido es digerido, es decir transformado en sustancias asimilables; absorbido por el intestino y distribuido en la sangre a todas las células del cuerpo para su crecimiento, mantenimiento y reparación.

El conjunto de procesos químicos que ocurre en las células de los tejidos recibe el nombre de **metabolismo**.

## Hábitos alimentarios

A la forma de alimentarse se le denomina hábito alimentario. Éste se adquiere en la familia y en la comunidad donde se vive, de ahí que la alimentación varíe de acuerdo con la cultura, la situación económica, el gusto y el estado de ánimo principalmente.

Según estudios realizados en nuestro país, la mayoría de los colombianos se alimenta en forma inadecuada, ya sea por escasez o por exceso de alimentos y nutrientes. Esto significa que los hábitos alimentarios son deficientes porque, en muchas ocasiones, la gente come lo que le gusta o lo que tiene disponible aunque no le nutra. A la comida que realmente nutre o alimenta se dice que es alimenticia.



**Figura 15.** Niño con deficiencia nutricional.

Generalmente, esta situación la provocan, entre otros factores, la escasez de recursos económicos, la falta de información con respecto a los alimentos nutritivos, la apatía o la indolencia.

Estos elementos han provocado una disminución en el consumo de alimentos con un alto

contenido de nutrientes (carnes, derivados de la leche y huevos, frutas, verduras, semillas y granos) y su sustitución por productos con alto contenido de grasas y carbohidratos (como embutidos y refrescos) que no aportan en cantidades suficientes los nutrientes indispensables para el organismo (proteínas, vitaminas, minerales, etcétera).

Los productos alimenticios procesados no sólo presentan un valor menor nutricional, sino también un alto contenido de colorantes y preservativos para conservarlos por un determinado tiempo, cuyo consumo frecuente produce, en ocasiones, trastornos o enfermedades graves.

Para corregir los trastornos de los malos hábitos alimentarios es preciso modificarlos con el fin de lograr una adecuada nutrición y, en consecuencia, un buen estado de salud.

El primer requisito para cambiar los hábitos alimentarios es conocer las sustancias nutritivas necesarias para el organismo, los grupos básicos de los alimentos, lo que es una dieta balanceada y las necesidades de consumo para cada persona.

## 4.4 LAS SUSTANCIAS NUTRITIVAS DE LOS ALIMENTOS

Corresponde a las sesiones de GA 4.29 (56.2) NUTRIMENTOS y 4.30 (57.2) REGULADORES DE LA NUTRICIÓN

Durante la digestión, los alimentos son descompuestos para obtener los nutrientes que sirven como:

- Fuente de energía.
- Elementos de reconstrucción y reparación.
- Reguladores del metabolismo.



**Figura 16.** Alimentos que contienen los nutrientes básicos para el organismo.

Los nutrientes básicos para el organismo son:

### Carbohidratos o glúcidos

Los carbohidratos son compuestos que contienen carbono, hidrógeno y oxígeno. Sus principales funciones en el organismo son las siguientes.

- Son una fuente de energía.



- Se emplean como reserva alimenticia.
- Se utilizan como componentes estructurales y de sostén.

En las frutas y verduras se encuentran las sustancias en forma de azúcares, almidones y fibras, y en la carne y el hígado en forma de glucógeno.

## Grasas y lípidos

En este grupo se incluyen las sustancias formadas por carbono, hidrógeno y oxígeno y que no se disuelven en agua.

Las grasas cumplen, principalmente, las siguientes funciones:

- Son componentes estructurales, ya que forman parte de organelos como las membranas celulares y de órganos como de la materia gris del cerebro.
- Constituyen una fuente de energía para los organismos; éstos las utilizan cuando la cantidad de carbohidratos no es suficiente para la realización de sus funciones.
- Son sustancias de reserva, cuando el organismo ingiere una cantidad de alimentos mayor a los requerimientos normales, el excedente convertido en material graso el cual se deposita en los tejidos adiposos y se almacena hasta que sea necesario utilizarlo.
- Son aislantes, ya que evitan la pérdida excesiva de calor por el cuerpo.
- Protegen contra lesiones mecánicas.

Las grasas pueden encontrarse en algunas semillas como las de girasol, maní, ajonjolí, calabaza, etcétera, y en el tejido adiposo de los animales.

Los alimentos pueden contener grasas de origen animal o vegetal.

Las grasas de los vegetales se digieren con mayor facilidad que las de origen animal.

## Proteínas o prótidos

Estos compuestos son moléculas de gran tamaño constituidas por aminoácidos, éstos a su vez están formados, principalmente, por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno.

Las funciones esenciales de las proteínas son:

- Constituir y reparar las células del cuerpo, ya que forman la estructura del protoplasma.
- Regular el funcionamiento del organismo mediante la acción de las enzimas.
- Coordinar la actividad de otras estructuras y sustancias, como en el caso de la insulina, hormona que regula el contenido de azúcar en la sangre.
- Proteger el organismo por medio de los anticuerpos; un ejemplo son las gamaglobulinas, las cuales destruyen materiales extraños liberados dentro del cuerpo por un agente infeccioso.

Cada proteína es diferente a las demás en cuanto a composición, estructura y función.

Las vegetales sintetizan todos los aminoácidos que requieren; a su vez, los animales sólo sintetizan una parte y el resto deben ingerirlo.

Las proteínas pueden encontrarse, entre otros productos, en las carnes, yema del huevo, cereales y leguminosas.

Las proteínas son muy importantes porque constituyen un componente básico de los seres vivos.

Además de los carbohidratos, lípidos y proteínas, una alimentación adecuada debe proporcionar otras sustancias necesarias para el organismo: vitaminas, minerales, agua y oxígeno.

## **Las vitaminas**

Estas sustancias son indispensables para el desarrollo y funcionamiento del cuerpo porque colaboran con las enzimas en las distintas funciones en que éstas participan.

Las vitaminas útiles para el organismo humano se pueden clasificar en dos grupos: liposolubles e hidrosolubles, esto es, se disuelven en grasas o en agua, respectivamente.

### **Vitaminas liposolubles**

Estas vitaminas se disuelven en grasas. Entre ellas pueden citarse las vitaminas A, D, E, K.

- La vitamina A es necesaria para el crecimiento corporal, el correcto funcionamiento del sentido de la vista y el buen estado de la piel, encías y nervios.
- La vitamina D es necesaria para la absorción de los minerales, como el calcio y el fósforo, por el intestino. Se encuentra en los alimentos, pero para su elaboración se requiere la acción de la luz solar en la piel y de la presencia de algunas sustancias en los tejidos.
- La vitamina E desempeña un papel en la protección de las membranas celulares, sobre todo las de los glóbulos rojos.
- La vitamina K es imprescindible para la coagulación de la sangre.

### **Vitaminas hidrosolubles**

Las vitaminas de este grupo se disuelven en agua. Las vitaminas del complejo B y la vitamina C son un buen ejemplo.

- El complejo B está constituido por las vitaminas B1, B2, B6 y B12, las cuales son necesarias para el funcionamiento de las células en general, especialmente las que forman los nervios y la sangre. El organismo requiere el complejo B para aprovechar en su totalidad la energía de los alimentos.
- La vitamina C participa en el crecimiento y desarrollo del cuerpo y el buen estado de los tejidos corporales, sobre todo los que forman parte del sistema respiratorio.

Vitamina	Enfermedades por deficiencia	Fuentes
A	CEGUERA	LECHE, MANTEQUILLA, ACEITE DE PESCADO. ZANAHORIA Y OTRAS VERDURAS.
B1	BERIBERI DAÑOS AL SISTEMA NERVIOSO Y AL CORAZÓN	LEVADURA, CARNE, GRANOS DE CEREALES CÁSCARA
B2	INFLAMACIÓN DE LA LENGUA DAÑOS EN LOS OJOS DEBILIDAD GENERAL	HÍGADO, HUEVOS, QUESO Y LECHE.
B12	ANEMIA PERNICIOSA	HÍGADO
C	ESCORBUTO	CÍTRICOS, TOMATES PIMENTÓN VERDE
D	RAQUITISMO	ACEITE DE HÍGADO PESCADO Y MANTEQUILLA.
E	SU DEFICIENCIA NO CAUSA ENFERMEDADES CONOCIDAS EN LOS SERES HUMANOS.	YEMA DE HUEVO, ENSALADAS VERDES, ACEITES VEGETALES
K	COAGULACIÓN LENTA EN LA SANGRE	ESPINACA Y OTRAS VERDURAS

**Tabla 1.** Principales vitaminas.

## Los minerales

Son elementos indispensables, ya que participan en la mayoría de las funciones orgánicas.

Ejemplos de ellos son el hierro, el calcio, fósforo y el yodo.

### Hierro

Tiene una acción relevante en el transporte del oxígeno, en los glóbulos rojos.

### Calcio y fósforo

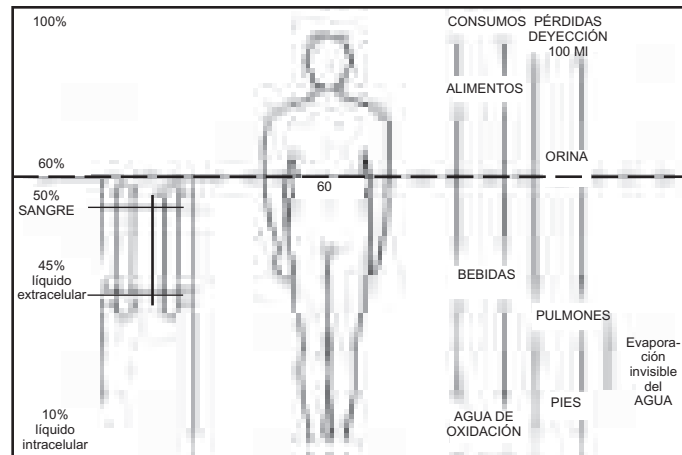
Estos elementos participan en varias funciones: formación de tejido óseo, contracción muscular, coagulación de la sangre, transmisión de impulsos nerviosos y utilización de energía.

## Yodo

Este elemento forma parte de la hormona tiroides elaborada por la glándula del mismo nombre, la cual contribuye en el metabolismo de los alimentos.

## El agua

El agua es el componente más abundante del cuerpo, ya que representa 70% del peso corporal, aproximadamente.



**Figura 17.** Porcentaje de agua en el cuerpo.

Algunas de las funciones más conocidas son:

- Forma parte de todos los líquidos del organismo.
- Ablanda y disuelve los alimentos.
- Interviene en la eliminación de desechos metabólicos.
- Regula la temperatura corporal.

Cabe señalar que para consumir el agua esta debe presentar ciertas características; por ejemplo:

- Ser potable, es decir, no debe contener microorganismos o sustancias capaces de provocar enfermedades u otro tipo de daños.
- Estar bien aireada para evitar el desarrollo de gérmenes y asegurar su pureza.
- Haber sido hervida, durante 15 minutos, antes de consumirla.

## El oxígeno

El oxígeno es un elemento que se encuentra en el agua y en el aire. Principalmente algunas de sus funciones son:

- Ser un componente estructural, pues constituye parte de muchas biomoléculas como carbohidratos, lípidos y proteínas, entre otras.
- Intervenir, durante la respiración celular, en la obtención de energía a partir de los nutrientes.

## 4.5 LOS GRUPOS BÁSICOS DE ALIMENTOS

Corresponde a la sesión de G.A 4.31 (58.2) BUENO Y SUSTANCIOSO

La persona, durante toda su vida, necesita los nutrientes para realizar sus funciones y desarrollarse saludablemente.

Los requerimientos de nutrientes para cada persona varían según el ambiente en que vive, la actividad que desarrolla, la edad, el sexo y el estado de salud.

Por ejemplo, niños, adolescentes y mujeres embarazadas o lactantes deben consumir diariamente una mayor proporción de proteínas, vitaminas, minerales. La razón es que los niños y los adolescentes están en pleno desarrollo y crecimiento y la mujer tiene que aportarle nutrientes a su hijo en gestación o cuando tiene que amamantar.



**Figura 18.** La leche materna proporciona los nutrientes necesarios para el recién nacido.

En general, una persona debe consumir al día dos raciones de alimentos de origen animal y tres de origen vegetal de los grupos básicos de alimentos. Cabe señalar que un alimento no contiene sólo un nutriente ni tampoco todos los que requiere el organismo.

### Clasificación de los alimentos

De acuerdo con las funciones que desempeñan las sustancias nutritivas, los alimentos se clasifican en tres grupos:

- **Alimentos constructores.** Son los alimentos ricos en proteínas. Permiten el crecimiento y la formación de tejidos. Se encuentran principalmente en las carnes, huevos, legumbres (lenteja y frijol) y en la leche y sus derivados (queso, yogur, kumis, mantequilla).
- **Alimentos reguladores.** Son alimentos ricos en vitaminas y minerales. Estas sustancias regulan el buen funcionamiento del organismo y evitan enfermedades. Por ejemplo, el calcio fortalece los dientes, los huesos y favorece la coagulación. Los alimentos reguladores se encuentran especialmente en las hortalizas (espinacas, tallos, acelgas, zanahoria) y en las frutas.
- **Alimentos energéticos.** Son alimentos ricos en carbohidratos y grasas, sustancias que nos proporcionan la energía necesaria para el desarrollo de las actividades. Son alimentos energéticos: los cereales (arroz, trigo, cebada y sus derivados pan y galletas) y las

papas; los azúcares, los almidones presentes (papa, plátano y yuca) y las grasas (aceite y mantequilla).

## 4.6 LA DIETA BALANCEADA

Corresponde a la sesión de GA 4.31(58.2) BUENO Y SUSTANCIOSO

Una alimentación o dieta se considera adecuada o balanceada cuando proporciona diariamente, en cantidad y calidad suficientes, los nutrientes indispensables de acuerdo con las necesidades de cada persona.

Para mantener una buena salud la dieta balanceada debe ser suficiente, completa, equilibrada, adecuada, higiénica y variada.

RELACIÓN DE LA DIETA CON ALGUNAS ENFERMEDADES		
Enfermedad	Errores en la dieta	Otros factores que predisponen a la enfermedad
<b>Diabetes mellitus</b>	Excesivo consumo de calorías y azúcares. Alto consumo de colesterol y grasas saturadas predisponen hacia complicaciones vasculares.	Herencia y obesidad.
<b>Cáncer de colon</b>	Insuficiente consumo de fibra. Excesivo consumo de alimentos de origen animal.	Falta de ejercicio.
<b>Enfermedades arterioescleróticas</b>	Alto consumo de grasas, colesterol, calorías y sal.	Herencia, falta de ejercicio, diabetes, obesidad.
<b>Gota</b>	Excesivo consumo de proteínas de origen animal, alcohol y calorías.	Herencia.
<b>Obesidad</b>	Excesivo consumo de calorías.	Herencia, falta de ejercicio, tensión emocional constante.
<b>Cálculos biliares</b>	Excesivo consumo de colesterol, grasas y calorías.	Obesidad.
<b>Presión alta</b>	Alto consumo de sal.	Herencia, tensión emocional constante.
<b>Úlcera</b>	Irregularidad al comer.	Tensión emocional constante.

**Tabla 2.** Relación de la dieta con algunas enfermedades.

## **Dieta suficiente**

Las raciones alimenticias deben proporcionar la cantidad y calidad necesarias para cubrir los requerimientos nutricionales del cuerpo.

Para determinar las raciones alimenticias adecuadas se deben considerar la edad, el sexo y el tipo de actividad física que se realiza. Por ejemplo, una persona que efectúa un trabajo que requiere grandes esfuerzos, necesitará un aporte mayor de calorías que una que desempeña un trabajo sedentario.

En promedio, un adulto normal necesita consumir de 2 000 a 3 000 calorías por día.

## **Dieta completa**

Es aquella que proporciona todos los nutrientes indispensables. La dieta puede considerarse completa si en cada comida están incluidos los siguientes grupos de alimentos: leche y sus derivados, carnes, huevos, cereales, granos, frutas y verduras.

## **Dieta equilibrada**

Es preciso que incluya la cantidad de alimentos recomendada en cada grupo. (Ver tabla 3).

## **Dieta higiénica**

No puede contener sustancias dañinas, organismos patógenos, etcétera, que puedan perjudicar el organismo.

Para asegurarse de la higiene es recomendable lavar bien las frutas, verduras, mariscos, semillas, etcétera, así como mantener limpias las manos y ropa durante la preparación de los alimentos y antes de comer.

## **Dieta variada**

Es decir, que incluya diferentes alimentos y platos para evitar la monotonía y asegurar el consumo de todos los nutrientes.

Es indispensable tener una nutrición adecuada, por lo que es necesario tener presente que el consumo de productos nutritivos y de preferencia naturales, implica buena salud, el crecimiento y desarrollo adecuados, la capacidad mental, la fortaleza física, la actividad, la eficiencia y el optimismo.

## **Los menús**

Las porciones de alimentos de una dieta se organizan en menús para consumir tres veces al día: desayuno, almuerzo y cena.

Energéticos	Constructores	Protectores
<b>Cereales</b> Maíz Trigo Arroz Avena Cebada Centeno  <b>Raíces</b> Papa Yuca Ñame Arracacha  <b>Azúcares</b> Azúcar Miel Panela Cacao  <b>Grasas</b> Aceite vegetal Margarina Crema Mantequilla Manteca	<b>Leguminosas y oleaginosas</b> Ajonjolí      Haba Frijol        Lenteja Nuez         Garbanzo Soya         Arveja  <b>Carnes rojas</b> Cerdo Res Vísceras Conejo Carnes blancas Pescado Aves Pollo Conejo  <b>Leche</b> Leche de vaca o de cabra Yogur Quesos  <b>Huevo</b> Huevos de gallina y de otras aves	<b>Frutas</b> Mango Naranja Piña Papaya Mandarina Plátano Melón Durazno Uvas Mora Limas <b>Verduras</b> Acelga Coliflor Espinaca Auyama Remolacha Repollo Lechuga Pepino cohombro Tomate Zanahoria Cebollas Habas Maní
VITAMINAS Y MINERALES		
Aguacate Coco Ciruela Guanábana Calabaza Rábanos	Guayaba Limón Zapote Cilantro Habichuela Apio	

**Tabla 3.** Para mantener una dieta equilibrada es preciso combinar alimentos de los tres grupos básicos.

En la dieta de los niños y mujeres embarazadas es recomendable incluir una porción de alimento (fruta, leche, yogur, gelatina, etcétera), entre el desayuno y el almuerzo, o entre éste y la cena.

No siempre los menús más nutritivos son los más caros, ya que pueden elaborarse otros, económicos y atractivos al paladar de los integrantes de la familia, combinando los alimentos de tal manera que suministren los nutrientes indispensables.



Por ejemplo, los alimentos de origen animal, cuyo costo suele ser alto, pueden sustituirse por otros de origen vegetal (cereales y leguminosas en combinación) que proporcionen nutrientes en calidad y cantidad semejantes.



**Figura 19.** Es recomendable que las mujeres embarazadas y las lactantes incluyan otra porción de alimento nutritivo en su dieta.

Por otra parte, una mala nutrición puede ser originada por una inadecuada digestión, o bien puede estar relacionada con la cantidad y la calidad de alimentos ingeridos. En el último caso se observan dos aspectos: carencias y excesos.

Las carencias o excesos nutricionales predisponen al organismo a diversas enfermedades capaces de causar la muerte.

## 4.7 DESNUTRICIÓN Y OBESIDAD

Corresponde a la sesión de GA 4.32 (59.2) EL GORDO Y EL FLACO

Una mala alimentación provoca una serie de problemas que afectan la salud; dos de ellos son: la **desnutrición** y la **obesidad**.

### Desnutrición

La desnutrición tiene particular importancia, pues ocupa uno de los primeros lugares dentro de las causas de mayor morbilidad y mortalidad que se producen en todo el mundo, principalmente entre los niños.



**Figura 20.** La desnutrición afecta en especial a los niños porque genera en ellos enfermedades graves.

## Causas

La principal causa de desnutrición es el consumo de una dieta desequilibrada e insuficiente en nutrientes básicos (proteínas, grasas, hidratos de carbono, vitaminas y minerales). Algunas circunstancias que intervienen para que ocurra esta situación son:

- Escasez de recursos económicos.
- Comer a horario irregulares.
- Escasez de alimentos.
- En los adultos inciden, además, el alcoholismo, la falta de información y los malos hábitos alimentarios.



**Figura 21.** La desnutrición es más frecuente cuando hay más pobreza.

## Síntomas

La desnutrición se caracteriza por los siguientes síntomas:

- Pérdida de peso.

- Crecimiento lento.
- Aparición de manchas en la piel.
- Cambio en la pigmentación del pelo.

## Consecuencias

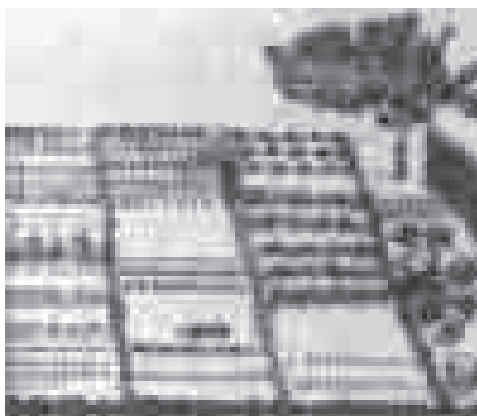
Conviene señalar que la desnutrición limita el desarrollo biológico, psicológico y social de quien la padece, por lo cual es recomendable atenderla y prevenirla.

Las consecuencias de la desnutrición trascienden a la comunidad porque disminuyen la eficiencia en el trabajo colectivo, la creatividad y la cooperación, fomenta el absentismo y la deserción escolar, y provoca inseguridad y desconfianza.

## Prevención

Para prevenir la desnutrición se recomienda:

- Consumir, en la medida de lo posible, una dieta balanceada, tomando en cuenta los siguientes puntos:
- Eliminar los prejuicios que limitan la alimentación y diversificar los alimentos consumiendo pescado, otro tipo de carnes, cereales, frutas, verduras, etcétera.
- Evitar la ingestión de “alimentos chatarra”, como refrescos, pastelillos, pizzas, chorizos, entre otros, cuyo valor nutritivo es muy pobre.
- Evitar el consumo excesivo de alimentos que contengan un elevado porcentaje de harinas, grasas y azúcares.
- Invertir correctamente los recursos económicos de la familia en la compra de alimentos nutritivos, de acuerdo con las posibilidades de la región.
- Producir alimentos para autoconsumo en huertos familiares.



**Figura 22.** La producción de alimentos en huertos familiares es una buena opción para mejorar la dieta alimentaria.

## La obesidad

Dentro de los problemas de nutrición, la obesidad ocupa un sitio destacado.

## Causas

La causa directa de la obesidad es la excesiva ingestión de carbohidratos y grasas.



**Figura 23.** La obesidad es la acumulación excesiva de grasas y carbohidratos en el tejido adiposo.

La acumulación de carbohidratos y grasas produce un aumento del tejido adiposo. Esto se debe a un incremento en la ingestión de alimentos o a que el organismo no utiliza la totalidad de los carbohidratos y grasas ingeridos. A su vez, estas causas las provocan los siguientes factores:

- Malos hábitos alimentarios; por ejemplo, si unos padres sufren de obesidad debido a sus malos hábitos alimentarios, sus hijos pueden adquirir éstos y también padecerla.
- Problemas psicológicos como angustias y ansiedad, las cuales hacen ingerir a las personas una mayor cantidad de alimentos.
- Alteraciones hormonales, como una deficiencia en el funcionamiento de la glándula tiroides.

La obesidad se presenta con mayor frecuencia en zonas urbanas y en el sexo femenino. No obstante, en las poblaciones de estudiantes se ha observado que la obesidad se presenta en mayor proporción en los hombres. Esto puede deberse a que en cierta edad las mujeres se preocupan por controlar su peso, o a los cambios hormonales propios de la pubertad y la adolescencia.

## Síntomas

El síntoma más evidente de la obesidad es la acumulación de grasa en todo el cuerpo.

Además se consideran los siguientes:

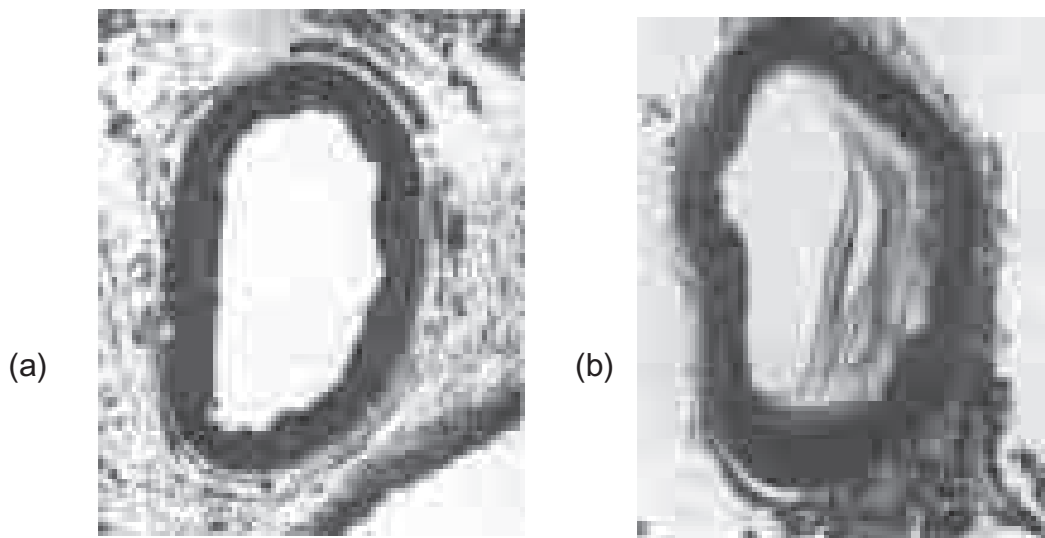
- Poco desarrollo muscular.

- Disminución de la capacidad para realizar ejercicio.
- Dificultad respiratoria y constipación.

## Consecuencias

Las consecuencias más frecuentes son:

- Disminución de la resistencia a las infecciones.
- Taponamiento de las arterias o venas por acumulación de grasa (arteriosclerosis).



**Figura 24.** (a) Arteria normal, (b) arteria parcialmente obstruida por grasa (arteriosclerosis).

- Predisposición al infarto, alta presión arterial, diabetes, cálculos en los riñones y caries dental cuando el individuo consume muchos azúcares.
- Repercusiones psicológicas, ya que las personas pueden volverse más susceptibles, retraídas, padecer sentimientos de inferioridad relacionados con el aspecto físico, entre otros.

## Prevención

Para prevenir la obesidad se recomienda, además de poner en práctica las sugerencias para la prevención de la desnutrición, lo siguiente:

- Pedir orientación médica con respecto a esta enfermedad.
- Educar a las personas respecto a los hábitos alimentarios adecuados.

Cuando se sospecha que la causa de la obesidad sea hormonal, se debe acudir al médico para que éste dé sus puntos de vista al respecto y sugiera las posibles soluciones.



**Figura 25.** Debe preferirse el consumo de alimentos naturales sobre los industriales.

## 4.8 LA ALIMENTACIÓN REGIONAL BALANCEADA

Corresponde a la sesión de GA 4.33 (60.2) ¡BUEN PROVECHO!

Colombia, por tener gran variedad de ecosistemas, en cada región podemos encontrar diferentes recursos, para nuestra alimentación.

En la región del Caribe, los principales productos agrícolas son el ajonjolí, arroz, banano, maíz y yuca. Entre los platos típicos está el sancocho, el arroz con coco, el patacón, el viudo. En las otras regiones también hay productos propios y platos típicos.

Entre los principales productos de alimentación en Colombia encontramos: el maíz, la papa, el arroz, la caña de azúcar, el trigo, el café, el cacao; diferentes tipos de frutas como la naranja, el limón, el banano, etcétera, y gran variedad de alimentos proteínicos como la carne de res, el pescado de río, los productos de mar (almejas, camarones, langosta, cangrejo, pulpo, sardinas, etcétera), entre otros.

Entre los productos agrícolas más importantes tenemos:

**Café.** Es uno de los productos que se ha desarrollado en nuestro país y que ha tenido gran importancia económica. Se produce en clima templado, en los departamentos de Antioquía, Risaralda, Quindío, Caldas, Tolima y Cundinamarca.

**Papa.** Se produce en clima frío. Es un producto básico de la alimentación del pueblo colombiano. Los principales departamentos que la producen son: Cundinamarca, Boyacá y Nariño.

**Arroz.** Es otro alimento básico de la población colombiana. Su principal área de cultivo son los departamentos de Magdalena, Bolívar, Cesar, Santander, Huila y Tolima.

**Maíz.** Su cultivo se remonta a la época precolombina. La utilización del maíz como materia prima en la elaboración de alimentos, ha estimulado su cultivo a nivel nacional.

Es conveniente utilizar todos estos recursos evitando su agotamiento. Una alternativa para no acabar con los recursos es el establecimiento de huertas, granjas integrales y zocriaderos.

El siguiente metarrelato nos proporciona una visión sobre la evolución de la alimentación en los seres humanos.

# LA ALIMENTACIÓN

Los alimentos que obtuvieron los primeros pobladores humanos fueron frutos vegetales y animales de caza y pesca, ya que no conocían la agricultura. Luego a través de la observación sembraron las semillas de los frutos alimentos que consumían y obtuvieron nuevas plantas. Esto determinó un cambio fundamental en la vida del ser primitivo, pues logró establecerse en lugares determinados.

A través de la historia el ser humano se ha alimentado de diferentes maneras, ha buscado su comida, ha seleccionado el tipo de alimentos consumidos y ha buscado la manera de cómo prepararlos. Todo lo anterior ha determinado sus características respecto a la alimentación. Los primeros seres humanos tuvieron que idear diferentes formas para obtener sus **alimentos**. Luego cuando descubrieron el **fuego** vieron la dificultad de la cocción de los alimentos, ya que tuvieron que diseñar una forma para que los alimentos fueran cocinados sin que el fuego los devorara, para ello utilizaron varillas y piedras que colocaban de diferentes formas, las cuales funcionaban como parrillas. Años más tarde, la dificultad que encontraron fue la **conservación** de los alimentos para que éstos no se dañaran. En la actualidad para mantener el valor nutritivo de los alimentos y evitar la transmisión de enfermedades a través de su manipulación y consumo, una de las técnicas que se utiliza es la **cadena en frío**.

La técnica de la cadena en frío consiste en que los alimentos deben ser conservados en frío, hasta el momento de su consumo. Son todos los pasos en los que se mantiene la temperatura baja, desde la elaboración o fabricación, hasta su consumo.

Cuando el ser humano dominó el fuego, logró un cambio en su alimentación; el esfuerzo para masticar se hizo menor. Esto determinó un cambio en su constitución física, la dimensión de la mandíbula se redujo y el tamaño del cráneo aumentó, dando espacio para el desarrollo del cerebro.

En las antiguas culturas como la egipcia, una forma de conservar los alimentos era utilizando sal. En este método, los alimentos eran sumergidos en agua con sal disuelta. El exceso de sal eliminaba los microorganismos. Así los alimentos se conservaban por un largo período. Esta técnica aún se utiliza para conservar el pescado y la carne.



## 4.9 CIRCULACIÓN

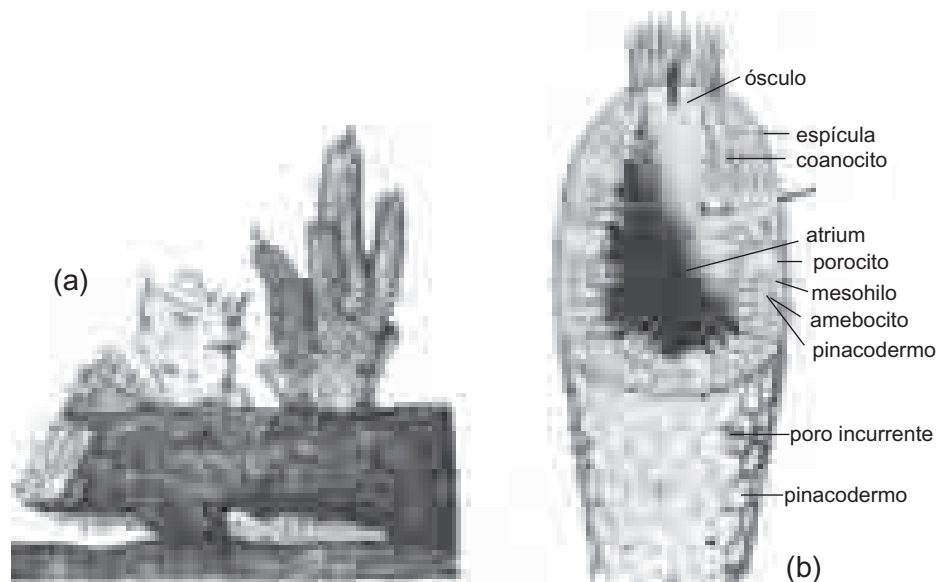
Corresponde a la sesión de G.A 4.36 (39.2) AL ROJO VIVO

La **circulación** es la función biológica que consiste en el transporte y suministro de nutrientes, agua y oxígeno a todas las células de un ser vivo.

Por medio de la circulación también se recogen los desechos del metabolismo de los organismos para llevarlos a las estructuras encargadas de la eliminación.

En los animales acuáticos, como las esponjas, la circulación se realiza a través de una capa de células con flagelos. El movimiento de los flagelos produce “corrientes”, que hacen penetrar el líquido en el interior de la esponja, por medio de poros.

Esta acción pone en contacto a las células con las sales minerales y el oxígeno dispersos en el agua, al salir por el orificio externo de la esponja, lleva consigo el dióxido de carbono y los desechos del metabolismo.



**Figura 26.** Esponja. (a) Estructura externa. (b) Corte de una esponja.

La circulación, en los animales cuyo organismo está constituido por varios tejidos y órganos, se realiza gracias a un líquido llamado sangre, en el caso de los mamíferos; hemolinfa, en los insectos, y savia en los vegetales.

Algunas funciones de estos líquidos, según correspondan son:

- Llevar nutrientes y oxígeno a las células.
- Proteger a los tejidos de posibles daños.
- Favorecer la coagulación en caso de heridas.

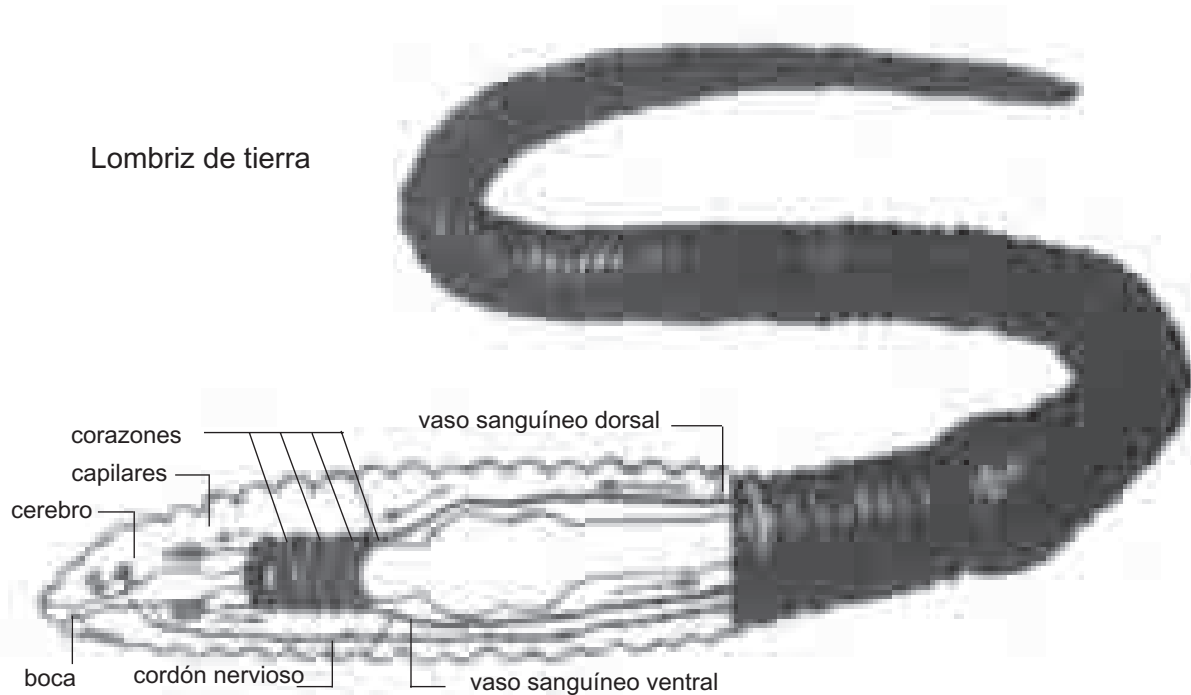
El color de la sangre no es siempre rojo: varía de un organismo a otro.

Así, es incolora o azul en los caracoles, verde rojiza en algunos anélidos (lombriz de tierra) y rojo púrpura o anaranjada en los peces, reptiles, aves y mamíferos.

Existen dos tipos de circulación: **abierta** y **cerrada**, dependiendo de la presencia o ausencia de vasos que conduzcan la sangre a las células.

## Circulación abierta

Se caracteriza porque la sangre no viaja en vasos conductores para llegar a la célula, sino que baña en forma directa a los órganos que forman el cuerpo del animal. Este tipo de circulación se observa en almejas, saltamontes, entre otros.



*Figura 27. La lombriz de tierra presenta circulación abierta.*

## Circulación cerrada

En este tipo de circulación la sangre viaja por una red de vasos conductores que se ramifican en delgados vasos de un diámetro menor al de un cabello, denominados capilares, los que llevan la sangre a la células de los tejidos para nutrirlas.

## Funciones del sistema circulatorio

El sistema circulatorio cumple varias funciones, dependiendo del desarrollo del animal. Entre las principales funciones están:

- El transporte de nutrientes desde el sistema digestivo, hacia todas las células del cuerpo.
- El transporte de sustancias de desecho hacia los órganos encargados de su recolección.
- El transporte de oxígeno y dióxido de carbono.

- La distribución de hormonas, desde los órganos que las producen hasta los sitios donde se requieren.
- La protección del cuerpo contra infecciones causadas por microorganismos, gracias a células especializadas que componen la sangre.

Se distinguen, además, tres clases de vasos conductores: las arterias, las venas y capilares, y un órgano encargado de impulsar la sangre: el corazón.

## Circulación en el hombre

El sistema circulatorio es el conjunto de tejidos y órganos que permiten la circulación de sustancias nutritivas, hormonas y desechos metabólicos a las distintas células del cuerpo. Además regula la temperatura corporal y protege el cuerpo contra agentes patógenos.

El sistema circulatorio humano comprende dos sistemas de transporte: el **sistema cardiovascular** y el **sistema linfático**.

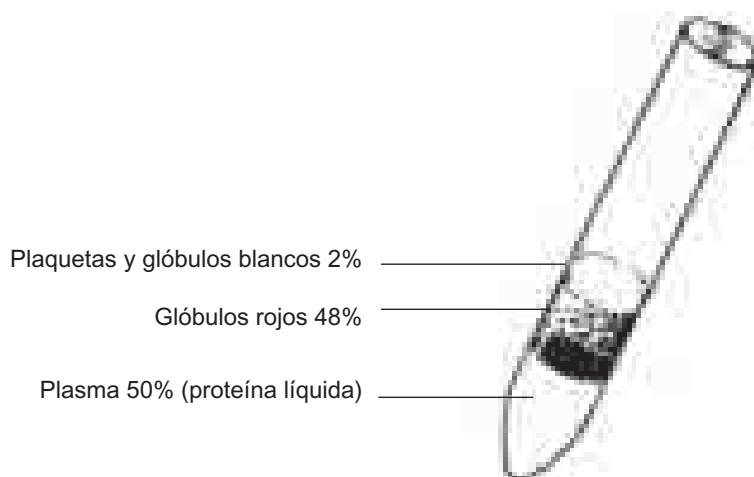
El **sistema cardiovascular** está conformado por el tejido sanguíneo o sangre, el corazón y los vasos sanguíneos. Es un sistema cerrado, es decir, la sangre en condiciones normales no abandona el circuito cardiovascular.

## La sangre

La sangre es un tejido especial, las células que lo conforman se encuentran separadas y suspendidas en un medio líquido. La sangre constituye el 8% del peso corporal aproximadamente, es decir, si una persona pesa 70 kilogramos tendrá unos 5.6 litros de sangre.

La sangre transporta sustancias nutritivas, desechos, hormonas, gases, desde y hacia las células de todo el organismo, por lo anterior se relaciona con todos los sistemas digestivo, respiratorio, excretor y nervioso.

Este importante tejido está conformado por una parte líquida, llamada plasma y por un conjunto de células.



**Figura 28.** Componentes de la sangre en porcentaje.

## El plasma

Es el componente líquido de la sangre, es de color amarillo y está formado por agua y sustancias disueltas de tipo orgánico e inorgánico. Entre las sustancias inorgánicas están algunos gases como oxígeno y dióxido de carbono, que participan en el proceso respiratorio. Sales como cloruro de sodio, potasio y calcio, fundamentales para el funcionamiento de células nerviosas y musculares. Entre las sustancias orgánicas hay importantes biomoléculas como la glucosa, los ácidos grasos y aminoácidos, indispensables para el adecuado funcionamiento celular.

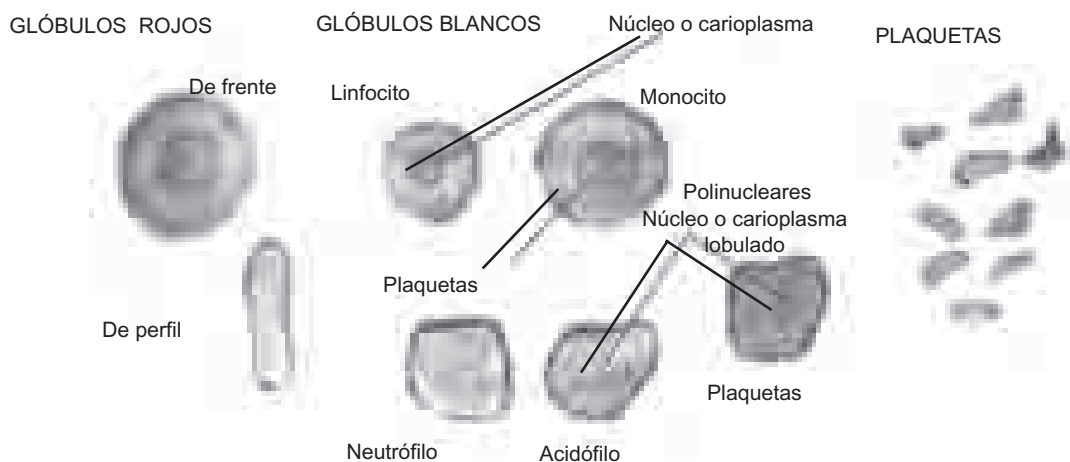
## Células sanguíneas

Las células que conforman la sangre son: los glóbulos rojos, los glóbulos blancos y las plaquetas.

**Los glóbulos rojos o eritrocitos.** Son las células más abundantes y especializadas del cuerpo; carecen de núcleo. Contienen la proteína hemoglobina, encargada de transportar el oxígeno a las células del cuerpo. Los glóbulos rojos se producen en la médula ósea de los huesos, viven 120 días, al cabo de ese tiempo son destruidos por el bazo y el hígado.

**Glóbulos blancos o leucocitos.** Son las células sanguíneas que participan en la defensa del organismo contra agentes causantes de enfermedades. Poseen núcleo, mitocondrias y otros organelos. Se originan en la médula ósea y en el tejido linfático, son más pocos que los glóbulos rojos y su tiempo de vida es variado, desde horas hasta meses y años. Tienen la capacidad de salir del torrente sanguíneo.

**Plaquetas o trombocitos.** Son fragmentos de células, contienen citoplasma, carecen de núcleo. Su tiempo de vida en el torrente sanguíneo es de 10 días aproximadamente. La principal función de las plaquetas es evitar la pérdida de sangre por hemorragia, obstruyendo el vaso sanguíneo o liberando proteínas que forman una malla molecular, para formar un coágulo. Esto sucede cuando se produce una herida.



**Figura 29.** Células sanguíneas.

## Los grupos sanguíneos

La sangre de las personas no presenta las mismas características y por esta razón se encuentran diferentes grupos de sangre. El grupo de sangre está determinado por un tipo de proteínas llamadas **antígenos**, presentes en los glóbulos rojos. Las proteínas más importantes son las **A** y **B**, las cuales dan forma a cuatro grupos sanguíneos: el tipo A (proteína A), el tipo B (proteína B), el tipo AB (proteína AB) y el tipo O (carece de proteínas). Igualmente, el factor Rh está determinado por unas proteínas presentes en la membrana de los glóbulos rojos, el más importante de los Rh es el antígeno D; los que lo poseen se dice que son Rh +, y los que no lo tienen son Rh -.

## Los vasos sanguíneos

### Arterias

Son vasos que salen de los ventrículos del corazón. Conducen la sangre con las sustancias nutritivas y oxígeno, a las células del cuerpo. Tienen una pared gruesa con la túnica media especialmente desarrollada. La mayoría de las arterias a excepción de las arterias pulmonares, transportan sangre rica en oxígeno, llamada sangre oxigenada.

### Venas

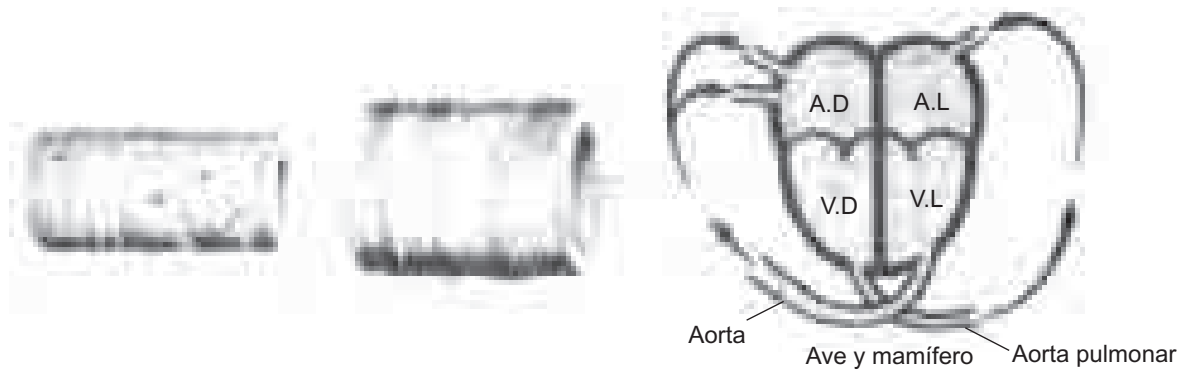
Son vasos que llegan a las aurículas del corazón. Conduce la sangre con desechos metabólicos y dióxido de carbono, desde las células del cuerpo a los órganos que habrán de limpiarla. Sus paredes son más delgadas y menos elásticas que las arterias. Las venas a excepción de las pulmonares transportan sangre pobre en oxígeno o sangre desoxigenada.

### Capilares

Son conductos muy delgados, que se encargan del intercambio de sustancias. Poseen una pared muy delgada para el intercambio de oxígeno, dióxido de carbono, nutrientes y otros. De estos capilares la sangre pasa a unas estructuras llamadas vénulas y de ahí a la venas.

## Corazón

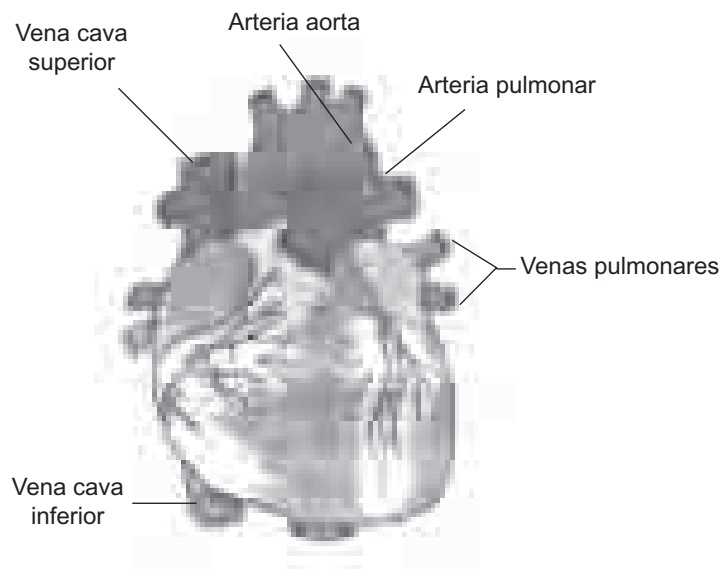
Es una estructura muscular formada por músculo cardíaco, que bombea la sangre a todas las células. Posee cámaras denominadas **aurículas** (en la parte superior) y **ventrículos** (en la parte inferior). El movimiento que hace se llama pulsación, latido o palpitación. En el ser humano el corazón late alrededor de 70 veces por minuto; el latido es más acelerado cuando se realiza alguna actividad física. Este movimiento es involuntario, es decir, que no se puede controlar.



**Figura 30.** Vasos conductores y corazón: (a) arteria y (b) venas.

El corazón de una ballena azul, que es el mamífero más grande sobre el planeta, llega a pesar dos toneladas (2 000 kilogramos) que es el peso de 50 niños de 40 kilogramos cada uno.

En el ser humano el corazón se ubica en la cavidad torácica, entre los dos pulmones, levemente desplazado hacia la izquierda y descansa sobre el diafragma. El corazón es una bomba que impulsa la sangre y esto permite que ésta se mueva en dirección contraria.



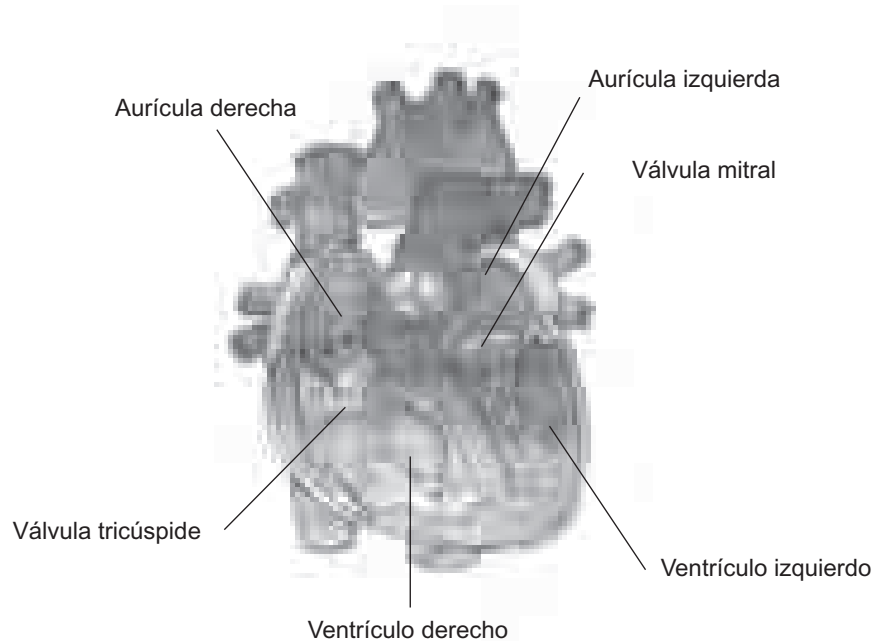
**Figura 31.** El corazón.

El corazón está formado en la parte externa por tres capas de tejido muscular cardíaco: **El pericardio o capa externa**, cuya función es proteger el corazón. **El miocardio o capa media**, formado por fibras musculares y es la capa que permite que el corazón se contraiga y **el endocardio o capa interna**, recubre el interior de los vasos sanguíneos y evita que la sangre se coagule en su recorrido.

La parte interna del corazón está dividido en cuatro cámaras: dos **aurículas** y dos **ventrículos**, además poseen un tabique y válvulas como estructuras separadoras. Las **aurículas** derecha e izquierda se localizan en la parte superior y reciben la sangre de las venas, a la aurícula derecha llegan dos venas llamadas venas cavas, mientras que a la aurícula izquierda llegan

las cuatro venas pulmonares. Los **ventrículos** se localizan en la parte inferior del corazón, son los encargados de impulsar la sangre del corazón hacia las arterias. Del ventrículo derecho sale la arteria pulmonar y del ventrículo izquierdo sale la arteria aorta.

El tabique es una masa muscular que separa la parte izquierda del corazón de la parte derecha. Por otra parte, las válvulas son estructuras membranosas que se encargan de regular el paso de la sangre de la aurícula hacia su ventrículo. La **válvula tricúspide** comunica la aurícula derecha con el ventrículo derecho y la **válvula mitral o bicúspide** comunica la aurícula izquierda con el ventrículo izquierdo.



**Figura 32.** Estructura interna del corazón.

## Fisiología de la circulación

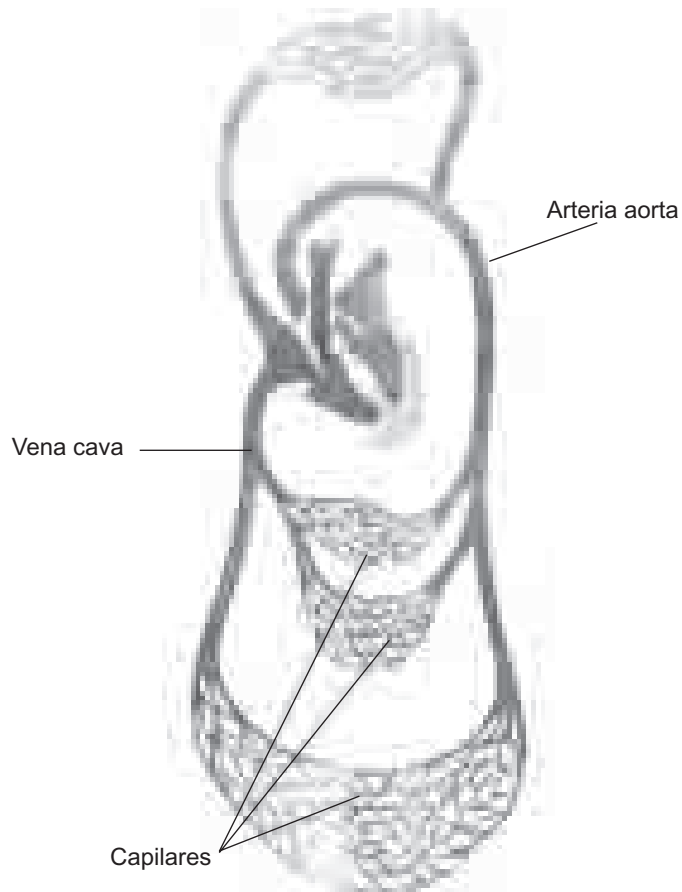
Corresponde a la GA 4.37 RECORRIDO DE LA SANGRE POR EL CUERPO

El corazón bombea sangre en forma continua mediante dos movimientos: a) **sístole**, el corazón se contrae e impulsa la sangre por las arterias. b) **Diástole**, el corazón se dilata y permite la entrada de la sangre proveniente de las venas.

En nuestro cuerpo la circulación se presenta de dos formas: circulación o circuito mayor o general y circulación o circuito menor o pulmonar.

### Circulación mayor

En este la sangre oxigenada proveniente de los pulmones sale del ventrículo izquierdo a través de la arteria aorta, la cual se ramifica para repartir la sangre con oxígeno y nutrientes a todas las células del cuerpo. Las venas recogen la sangre con gas carbónico y desechos y la regresan a la aurícula derecha del corazón.



**Figura 33.** Circulación mayor.

## Circulación menor

La sangre venosa que llega a la aurícula derecha del corazón pasa al ventrículo derecho, de donde es transportada por la arteria pulmonar hasta los pulmones. En los pulmones, en los alvéolos pulmonares se realiza el intercambio de gases, es decir, se entrega el gas carbónico y se recoge el oxígeno. La sangre oxigenada regresa a la aurícula izquierda del corazón por las venas pulmonares y se prepara para iniciar un nuevo ciclo.

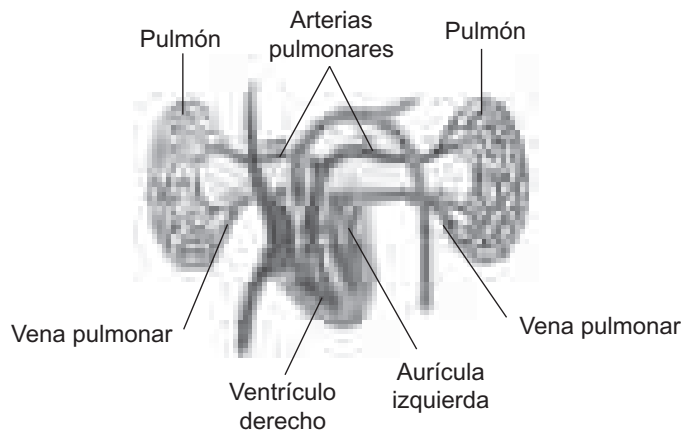
## Sistema linfático

El sistema vascular linfático está formado por una extensa red de **vasos linfáticos, linfa y tejido linfático**.

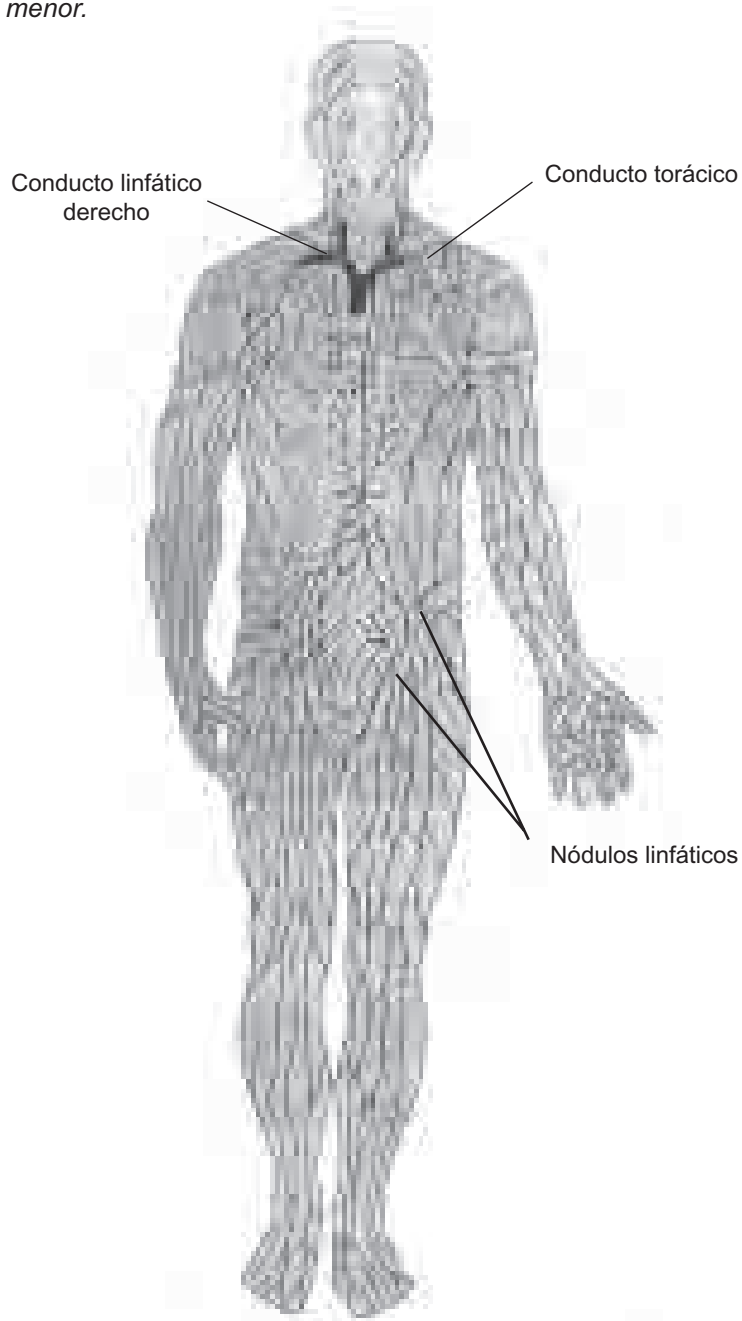
Una de las funciones del tejido linfático es la recuperación para la sangre, del líquido que se pierde a través de los capilares, durante la circulación. Cuando este líquido es transportado por los vasos linfáticos, recibe el nombre de linfa.

Otra función es el transporte de sustancias grasas absorbidas por el intestino, y que no pueden ser transportadas por los vasos sanguíneos. Además, el sistema linfático participa en la protección del cuerpo, a través de los linfocitos, que son células de nuestro sistema inmunológico.





**Figura 34.** Circulación menor.



**Figura 35.** Sistema linfático.

El sistema circulatorio no trabaja solo, porque algunos huesos del sistema óseo poseen tejidos formadores de sangre. Por su parte, el sistema respiratorio entrega oxígeno a la sangre y recoge dióxido de carbono que ellas traen desde los tejidos hacia los pulmones. El sistema excretor remueve los productos de desecho de la sangre y mantiene el equilibrio en los líquidos del cuerpo. El sistema hormonal vierte a la sangre moléculas con mensaje químico desde las glándulas hacia los diferentes tejidos del organismo. No debemos olvidar que todos los sistemas trabajan en conjunto y no por separado.

El siguiente mapa conceptual ayuda a visualizar mejor la concepción del sistema circulatorio.

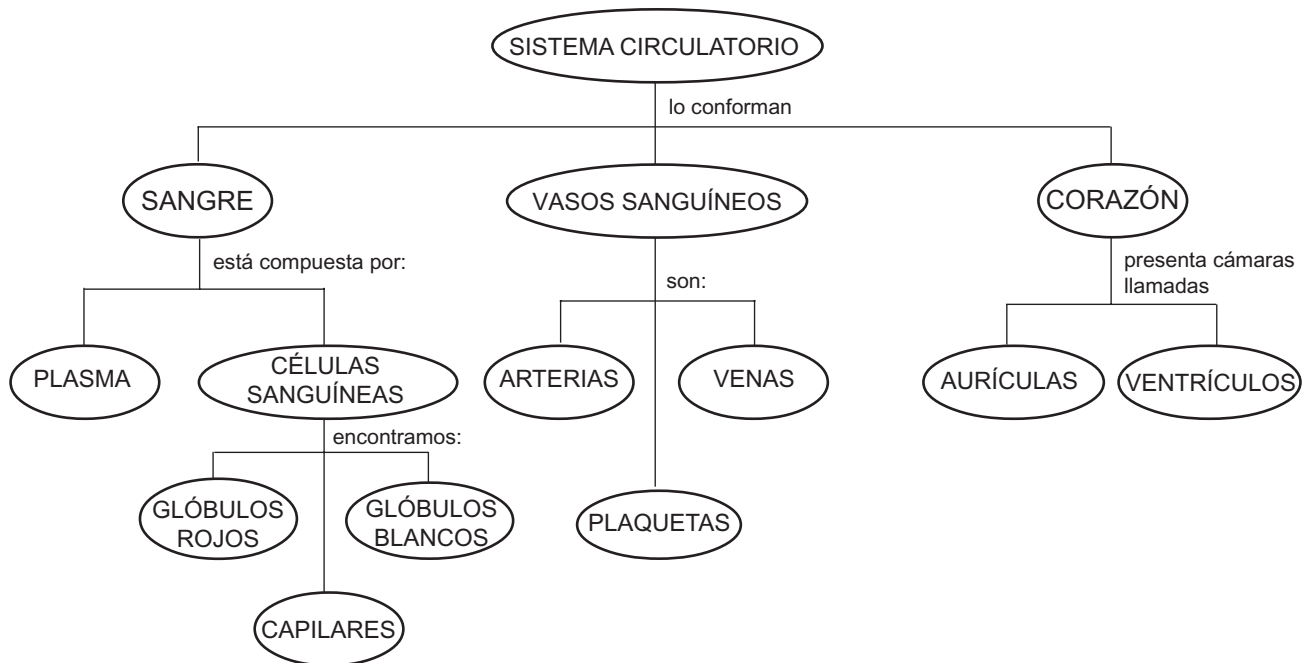


Figura 36. Mapa conceptual del sistema circulatorio.

## Afecciones del sistema circulatorio

Entre las enfermedades más frecuentes del corazón y de los vasos sanguíneos se encuentran:

- **Ataque cardíaco.** Es una lesión al músculo cardíaco ocasionado por la falta de oxígeno debido a la obstrucción de la arteria coronaria.
- **Hipertensión.** Se presenta cuando es necesario aumentar la fuerza de la sangre por el estrechamiento de las arterias, debido a la acumulación de grasa en sus paredes. Factores que intervienen en la enfermedad son: el cigarrillo, la falta de ejercicio y una alimentación desbalanceada.
- **Trombosis.** Es la formación de coágulos o trombos en el interior de los vasos sanguíneos. Se debe a la mala circulación o a defectos en las paredes de los vasos.
- **Arteriosclerosis.** Es un endurecimiento en las paredes de las arterias, ocasionado por la acumulación de grasa o de calcio en sus túnicas. Es común en las personas de edad avanzada.

- **Anemia.** Es la disminución de hemoglobina y de glóbulos rojos en la sangre, se produce por hemorragias, lesiones en los centros productores de glóbulos rojos, destrucción exagerada de los mismos, o falta de hierro y vitamina B12.

## Prevención y salud

Para mantener el sistema circulatorio en buenas condiciones debemos tener presente las siguientes normas:

- No fumar. El tabaquismo empeora tu condición.
- Realizar ejercicio, mejora tu condición física y beneficia las funciones cardíacas y tu circulación.
- Si pierdes kilos de más, llevando una dieta baja en calorías y realizando un programa de ejercicios adecuados, reduces el esfuerzo de tu corazón.
- Las actividades de descanso te relajan y reducen el estrés y la tensión.
- No ingieras bebidas alcohólicas, afectan los músculos cardíacos.

## HISTORIA DE LA CIENCIA

### MIGUEL SERVET

#### Un mártir de la ciencia

##### Datos biográficos

Miguel Servet, el glorioso sabio descubridor de la circulación de la sangre, nació en el reino de Aragón (España) en 1511, constituye una de las más grandes figuras legadas por la ciencia a la admiración de los siglos. Durante su niñez, Servet fue un niño de inteligencia vivísima, de temperamento inquieto y de una vigorosa voluntad. Siendo muy niño también, se despertó en él una pasión inmoderada por la lectura: al tiempo que leía sus libros de educación elemental que le daban sus profesores, leía los libros de la biblioteca de su padre y los textos de los libros sagrados. De este modo, cuando llegó a tener catorce años sabía tantas cosas de historia, de filosofía, de astronomía y de religión, que era admirado por sus propios preceptores, pero sobre todo, lo que más sorprendía a éstos, era su deseo de discutir, de polemizar con ellos mismos sobre las cuestiones y materias que le enseñaban. Como estudiante de universidad llevó una vida agitada y activa convirtiéndose en el caudillo estudiantil que escribía versos satíricos contra políticos, inquisidores y encopetados personajes. Sin embargo, nunca utilizó su poder sobre los estudiantes para hacerles huir de las aulas, sino que, por el contrario, les obligaba a ir a todas las clases y para dar ejemplo, él era el primero que no faltaba a ninguna, aprovechando el tiempo para aprender el latín, el árabe, el griego, el hebreo, el francés, el alemán y el italiano.

Posteriormente marchó a la ciudad francesa de Tolosa, a donde sus padres lo enviaron temerosos de que la fama de rebelde y atrevido que había adquirido durante sus tiempos de estudiante, pudiera llamar la atención del Santo Oficio, pero allí empezó a inquietarse aún más por las contiendas religiosas que convulsionaban el mundo, pues en los estados de

Europa central la reforma de Lutero estaba en su apogeo y ya se sentían los efectos de las predicciones protestantes en Francia, Suiza, Italia y España misma.

Por fortuna, uno de sus antiguos profesores, un sabio franciscano que acaba de ser nombrado confesor del emperador Carlos V, se lo llevó a Italia en calidad de secretario particular donde se hizo acreedor de la simpatía y del cariño de su rey. Acompañando al emperador partió a Alemania donde estudió medicina, al tiempo que escribió su primer libro en latín, donde hacía sus propias predicciones y polémicas religiosas, lo cual promovió un gran escándalo en Alemania y Suiza principalmente, donde los protestantes se pusieron furiosos y los insultos y amenazas llovieron de todas partes contra el joven sabio, quien tenía veinte años. Como los insultos y amenazas no lo amedrentaban escribió un segundo libro que enardeció a sus enemigos y bajo las amenazas de muerte y de martirios tuvo que pasar a Francia, después de abandonar la corte imperial. Trabajó en una imprenta donde enriqueció y centuplicó el valor científico de la publicación de una nueva edición de *Geografía de Ptolomeo* en tanto que proseguía con sus estudios de anatomía y medicina, que fue la gran pasión que le dominó en lo sucesivo.

En París, ejerció la Medicina y logró ganar suficiente dinero para surgir; ya doctor, empezó a dar conferencias sobre diversos estudios y ciencias, que fueron muy elogiadas y publicó un método de curación, pero pronto se ganó la envidia y persecución de los profesores de la universidad y demás galenos que lo acusaban de brujo astrólogo que estudiaba las ciencias de los astros con propósitos paganos y pedían para él la pena de muerte en la hoguera.

Además, en París, Miguel Servet conoció a Calvino, el fanático e inhumano reformador con quien entabló una viva y apasionante polémica sobre las cosas divinas, sin ponerse de acuerdo; absuelto de la acusación marchó a Viena donde ejerció la medicina y publicó varios libros sobre distintos temas científicos, e hizo reimprimir una nueva edición de la *Geografía de Ptolomeo*, anotada y comentada por él con todo lujo y le envió al propio Calvino pruebas de imprenta de su libro *Restitutio Christianismi* que era una especie de enciclopedia filosófica en la que Servet exponía y desarrollaba sistemáticamente sus ideas sobre la divinidad, el cristianismo, las ciencias cosmogónicas o universales y el hombre. Al estudiar al hombre, Servet exponía en su libro la entonces original teoría de la circulación de la sangre.

Para Calvino este libro estaba lleno de herejías y buscó la manera de acusarlo ante el inquisidor general de Francia, habiendo sido de nuevo absuelto y reivindicado y una vez más, vuelto ser acusado y apresado. Se dio a la fuga con la ayuda de un arzobispo amigo suyo y se dirigió a Italia, intentando pasar por Ginebra –la sede de su mortal enemigo Calvino– y por Alemania, para no tener que atravesar los escabrosos y peligrosos Alpes. En Ginebra fue detenido por la guardia de Calvino y encarcelado como sospechoso. Identificado por Calvino, Servet fue tratado con inhumana saña por sus atormentadores y se le acusó de los siguientes delitos: primero delito de lesa patria por conspirar contra el estado de Ginebra; segundo, Delito de herejía por afirmar que la sangre circulaba por el cuerpo y le da vida merced al aire que entra por los pulmones y la purifica. Y, tercero, delito de blasfemia por sus antiguas controversias religiosas.

Por todo ello se pedía que Servet fuera quemado en la hoguera pública como correspondía a los herejes. Aunque los ciudadanos ginebrinos comprendieron desde el primer momento

que con Servet se intentaba hacer una gran injusticia por cuanto sabían que era un noble caballero y un sabio eminente, que además de poseer todas las ciencias conocidas, como médico hacía verdaderos prodigios, y de que pronto se supo de su detención obedecía al odio que le profesaba Calvino; éste ejerció el poder suficiente sobre el consejo que lo juzgó, el cual lo sentenció a ser atado y conducido al lugar de Champel y allí, sujeto a una picota, quemado vivo junto con sus libros, hasta que su cuerpo fuera reducido totalmente a cenizas. La sentencia se cumplió el día 27 de octubre de 1553.

*Resumido de: Miguel Servet. Un mártir de la ciencia  
(Antonio Martínez Tomas)  
Página Histórica*

Así describía Miguel Servet su genial teoría, que tan gran importancia debía de tener para la posterior comprensión del funcionamiento del cuerpo humano, diciendo:

“La sangre arterial tiene su origen en el ventrículo derecho del corazón, ayudando mucho los pulmones para su generación. Es un espíritu tenue, elaborado por la fuerza del calor, de potencia ígnea, a modo de un vapor lúcido formado de lo *más* puro de la sangre. Se engendra de la mezcla, hecha en los pulmones, del aire inspirado por la sangre sutil elaborada, que el ventrículo derecho del corazón comunica al izquierdo. Y la comunicación no se hace por la pared media del corazón como se cree vulgarmente sino con grande artificio, por el ventrículo derecho del corazón, cuando la sangre sutil es agitada en largo circuito por los pulmones. Ellos la preparan, en ellos toma su color y de la vena arteriosa pasa a la arteria venosa en la cual se mezcla con el aire inspirado y por la espiración se purga de toda impureza”. Y después de aducir muchas y convincentes pruebas para demostrar la razón de sus afirmaciones, continúa:

“En el ventrículo izquierdo del corazón no hay lugar para tanta elaboración. Y en cuanto a la pared media del corazón, como de carece de vasos, no es apta para esa comunicación y elaboración. De la misma suerte que en el hígado se hace la transmisión de la vena porta a la vena cava, se hace en el pulmón de la vena arteriosa a la arteria venosa en cuanto a la sangre arterial que desde el ventrículo izquierdo del corazón se derrama a las arterias de todo el cuerpo”.

Muchos más detalles daba Servet describiendo el complejo y hasta entonces ignorado mecanismo de la circulación de la sangre, y todos ellos con una precisión y una justeza geniales.

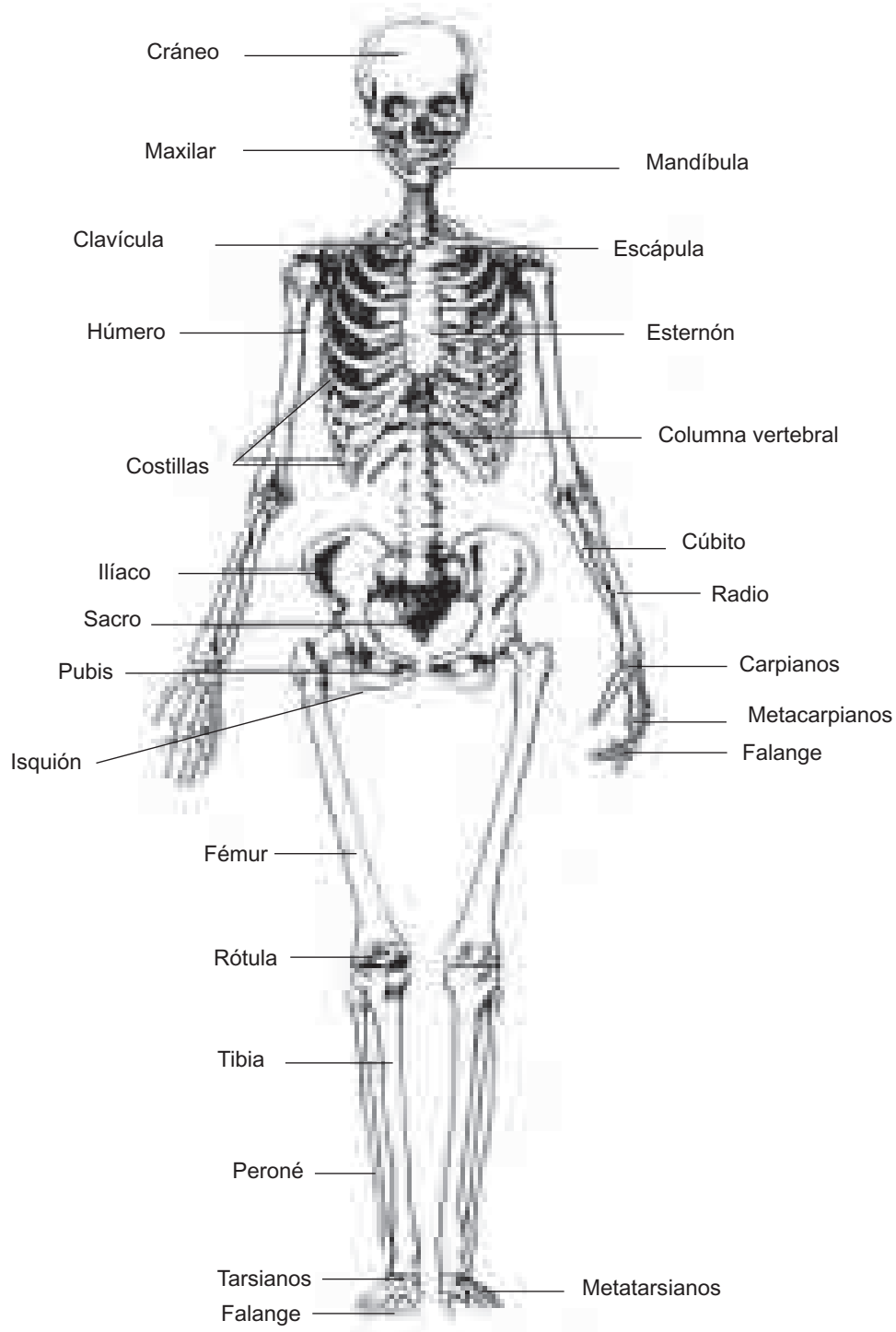
## **4.10 ESTRUCTURA Y SOPORTE DEL CUERPO**

Corresponde a la sesión GA 4.39 ¿QUÉ NOS MANTIENE DE PIE?

La mayoría de los animales pueden desplazarse de un lugar a otro mediante la locomoción. En esta acción interviene el sistema locomotor, formado por los músculos y el esqueleto.

## Sistema óseo

El **sistema óseo** es la estructura que soporta nuestro cuerpo. Los 206 huesos del esqueleto forman un armazón flexible, que brinda protección a las partes delicadas de nuestro organismo y ofrece puntos de inserción para los músculos de manera que podamos movernos.



**Figura 37.** Sistema óseo.

En todos los vertebrados –y entre ellos el ser humano–, en su sistema óseo se encuentran dos tejidos esqueléticos especializados: el cartílago y el hueso; el cartílago es abundante en los embriones y en los animales jóvenes.

Según la ubicación, estructura y función, el esqueleto puede ser externo o interno.

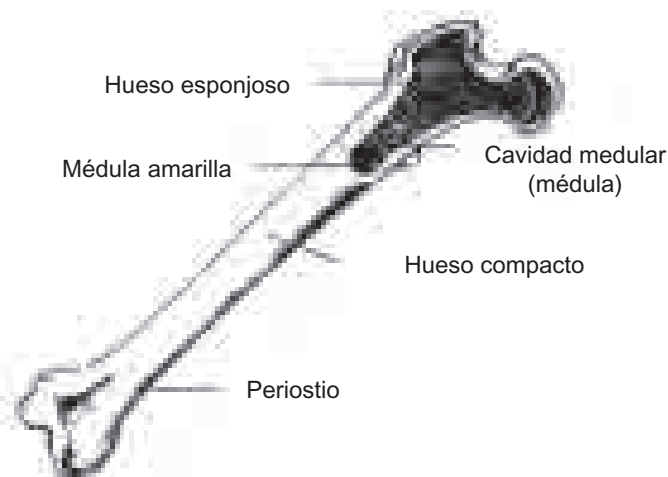
El **esqueleto externo o exoesqueleto** se encuentra por fuera del cuerpo del animal. Es característico de un gran número de invertebrados, pero también en algunos vertebrados, como el caso del caparazón de la tortuga y las placas del armadillo.

El **esqueleto interno o endoesqueleto** está ubicado en la parte interna del cuerpo. Éste crece al mismo tiempo que el organismo. Es característico de los animales superiores.

Los huesos crecen únicamente por la adición de células nuevas en su superficie externa. Cuando un hueso se ha roto, produce nuevas células que empiezan a depositarse sobre las porciones de huesos que han quedado expuestas, hasta que se unen de nuevo; en ese momento se detiene la proliferación celular y el hueso queda reparado.

## Parte interna de los huesos

Los huesos están formados por una capa externa de hueso compacto. La capa interna del hueso es tejido esponjoso; este tejido es muy suave y rodea las cavidades en donde se encuentran los vasos sanguíneos, grasa y la médula ósea. La médula ósea es amarilla si se compone principalmente de grasa, o roja cuando es productora de células sanguíneas.



**Figura 38.** Partes de un hueso.

## Tipos de huesos

En nuestro cuerpo encontramos tres tipos de huesos, según su forma: los largos, como el del radio, el fémur, el húmero, etcétera (ver figura 38). Los cortos, como las vértebras o las falanges de los dedos y los huesos planos, como su nombre lo indica son planos, como el parietal o el homoplato.

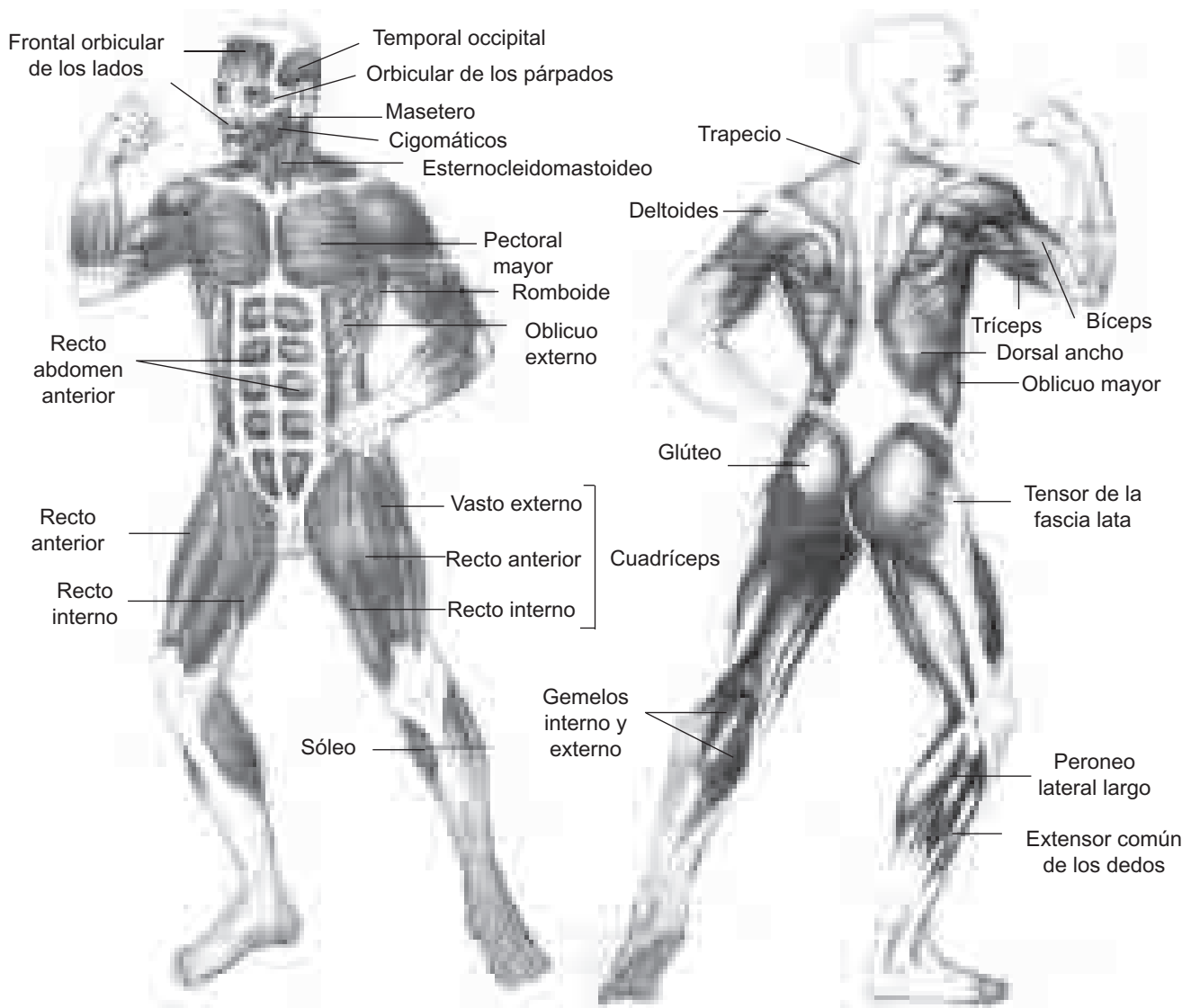
## Articulaciones

Cada vez que cruzamos una pierna, nos arrodillamos, movemos la cabeza o cualquier parte de nuestro cuerpo, algunas de nuestras articulaciones están en movimiento. En todos los lugares donde un hueso se encuentra con otro hay una articulación. Gracias a la articulaciones podemos movernos.

## Sistema muscular

Los **músculos** son tejidos que están constituidos por células en forma de fibras, adaptadas para la contracción y relajación. Son los que permiten el movimiento y están acompañados de los nervios motores.

Los músculos pueden ser voluntarios e involuntarios.



**Figura 39.** Principales músculos del cuerpo.



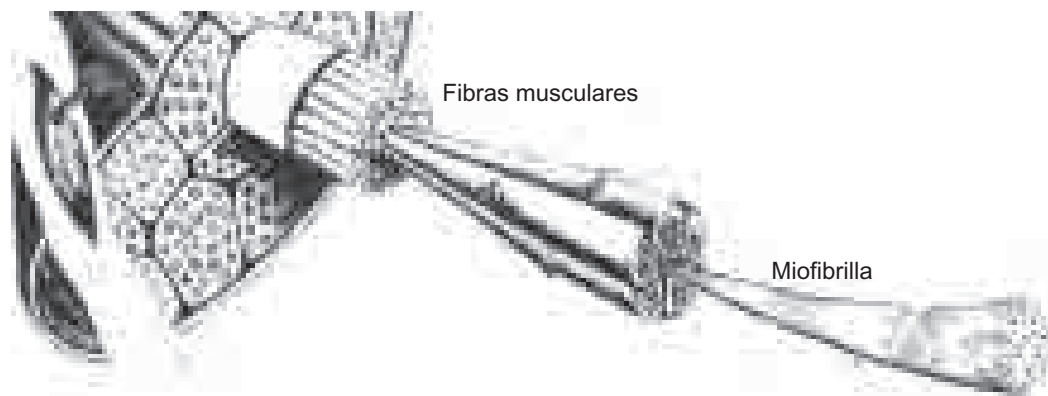
Los **músculos voluntarios** se mueven en forma consciente e intencional; estos son los que intervienen cuando caminamos, alzamos los brazos, corremos; están unidos al esqueleto a través de los tendones.

Los **músculos involuntarios** se mueven sin necesidad que nosotros los hagamos mover. Son los que siguen las órdenes del sistema nervioso. Estos músculos los encontramos en órganos como la vejiga, el estómago, el intestino, etcétera.

El cuerpo humano posee más de 600 músculos diferentes, cada uno con su nombre correspondiente. Por ejemplo, el músculo cigomático tiene la capacidad de realizar el movimiento de la risa o sonrisa.

Los músculos son los responsables de la mayoría de las manifestaciones externas de los animales, incluido el ser humano. Además, los músculos mantienen la postura corporal, estabilizan las articulaciones, permiten el movimiento, y es allí donde se genera calor.

Los músculos están formados por fibras, cada una de ellas es una célula, y se mantienen unidas, éstas se contraen al ser estimuladas por los nervios.



**Figura 40.** Tejido muscular.

## Esguinces, luxaciones y fracturas

Un **traumatismo** es una lesión que se produce en el organismo por acción de agentes externos. Los traumatismos pueden lesionar tejido superficiales u órganos internos. Entre las principales lesiones encontramos:

- Los **esguinces**: son estiramientos o distensiones de los ligamentos de las articulaciones, en donde los ligamentos se desgarran. Esto puede suceder cuando al caminar o al correr “torcemos” un pie. Debe consultarse al especialista.
- Las **luxaciones**: se producen cuando un hueso se desplaza sobre otro. Se produce un dolor intenso, deformación de la articulación, limitación del movimiento e inflamación. Se debe inmovilizar la parte y llevar al especialista.

- Las **fracturas**: se presentan cuando el hueso se rompe. Se caracterizan por intensidad de dolor; debe llevarse inmediatamente al especialista, ya que pueden afectarse además vasos sanguíneos y nervios. Se debe inmovilizar el área afectada.

## Prevención y salud

Para evitar lesiones tanto en el sistema óseo como en el sistema muscular, se deben tener en cuenta las siguientes normas:

- Hacer calentamiento corporal antes de realizar ejercicios físicos fuertes.
- Colocarse implementos adecuados (tenis y sudadera), para realizar una rutina de ejercicios.
- No forzar el cuerpo con ejercicios pesados.
- Hacer ejercicios en sitios adecuados para ello (pistas, parques, etcétera)
- Consumir alimentos ricos en vitaminas para fortalecer los huesos y músculos.

## 4.11 CRECIMIENTO

Corresponde a la sesión de GA 4.40 (35.2) AUMENTANDO EN CANTIDAD

Todos los organismos requieren nutrientes para realizar sus funciones; una de ellas es el crecimiento.

Al **crecimiento** se le define como el aumento en número, contenido y tamaño de las células que constituyen el organismo.

El crecimiento es consecuencia de la asimilación y síntesis metabólica de los alimentos; en otras palabras, es la elaboración de productos vivos nuevos o protoplasma celular a partir de los nutrientes.



**Figura 41.** *Plantas perennes.*

Comúnmente se cree que los organismos, por ejemplo los animales y las plantas, suspenden su crecimiento cuando llegan a la madurez.

Sin embargo, algunos animales marinos como las amonitas –parecidos a los calamares– son capaces de crecer continuamente.

En condiciones favorables, las plantas perennes, es decir, aquellas que viven más de un año, continúan creciendo indefinidamente; un ejemplo de ello son las secuoyas gigantes de California, que han crecido durante 4 000 años aproximadamente, y aún lo siguen haciendo; estas plantas son árboles que llegan a medir más de cien metros de altura y 8 metros de diámetro.

## Período de crecimiento de los seres vivos

El período de crecimiento es muy variado en los seres vivos. Para los seres vivos –por lo general– es necesario llegar hasta cierto punto del crecimiento para que se de una función más: la reproducción. Algunos organismos crecen y se reproducen en pocas horas, como las bacterias; otros lo hacen en días o semanas, como los insectos; varios más realizan estas funciones en meses, como algunos peces; y finalmente, algunas plantas y muchos animales (incluido el ser humano) lo llevan a cabo en varios años.



*Figura 42. Secuoyas gigantes de California.*

## Algunas características del crecimiento

Al crecer, los organismos sufren cambios en su estructura y comportamiento.

Todos los artrópodos son animales que presentan exoesqueleto o esqueleto externo rígido; por esta razón, cada vez que crecen desechan un exoesqueleto mediante el proceso cono-



**Figura 43.** Este grillo casi ha completado la muda; su viejo exoesqueleto está unido a la rama.

cido como muda y producen otro a partir de los nutrientes previamente metabolizados. Durante la muda son presa fácil de algún enemigo o depredador.

Algunos peces, como las tilapias de la especie *Oreochromis mossambicus*, incuban sus huevos en la boca y crecen después de salir del huevo, durante seis meses, hasta medir ocho centímetros; entonces se reproducen y el crecimiento se detiene. Después de la reproducción continúan creciendo alrededor de ocho meses más hasta alcanzar su tamaño máximo, que es aproximadamente 15 centímetros.

Las plantas anuales tienen un período de crecimiento muy rápido. Sus semillas germinan en época de lluvia y en pocos días alcanzan su máxima altura; pocos meses después forman frutos y dispersan sus semillas, las cuales germinan en la siguiente época de lluvias.

Las plantas perennes, es decir, aquellas que viven por períodos mayores a un año, requieren más tiempo para germinar, crecer y reproducirse; el proceso les lleva varios años, de acuerdo con la especie.

## 4.12 DEPORTE Y SALUD

Corresponde a la sesión de GA 4.41 (69.2) MENTE SANA CUERPO SANO

Para mantener el buen funcionamiento del organismo es importante, además de una alimentación balanceada, la realización de alguna actividad deportiva; ésta consiste en practicar en forma metódica algún ejercicio físico, como la caminata o el trote.

La práctica deportiva induce cambios benéficos en un individuo; entre ellos se destacan: un mayor desarrollo muscular, mejoramiento de las capacidades respiratorias, fortalecimiento del corazón y mayor resistencia a enfermedades.



**Figura 44.** Los alimentos balanceados y el ejercicio permiten tener un buen estado de salud.

Otro aspecto destacable que la práctica deportiva mejora considerablemente es el estado de ánimo, lo cual tiene implicaciones importantes en el desarrollo del individuo. Por ejemplo, en el campo psicomotor el deporte propicia el desarrollo de habilidades de coordinación en los movimientos, en tanto que el campo social favorece las relaciones interpersonales, con los cuales se aprenden y aplican una serie de normas de conducta, derechos y obligaciones.

Otra implicación social del deporte es que proporciona una opción para utilizar sanamente el tiempo libre y reduce la posibilidad de adquirir adicciones al alcohol o al cigarrillo.



**Figura 45.** El deporte constituye una opción para ocupar el tiempo libre.

Cabe señalar que el tipo de deporte que se pretende realizar depende, entre otros factores, de la edad y del estado de salud de cada individuo.

Sin embargo, los especialistas en deporte y salud recomiendan para todas las personas, incluso para muchos enfermos, la práctica de la natación, pues afirman que es el deporte más completo porque pone en actividad casi todos los músculos del cuerpo y el riesgo de

accidentes es mínimo. De cualquier forma, lo más adecuado es tener cerca un especialista para que guíe u oriente las actividades deportivas individuales o colectivas.



**Figura 46.** La práctica de la natación es recomendable para todas las personas.

Es importante destacar que para realizar ejercicio o practicar algún deporte no es indispensable contar con instalaciones y artículos deportivos costosos o sofisticados (con excepciones como el buceo y el alpinismo).

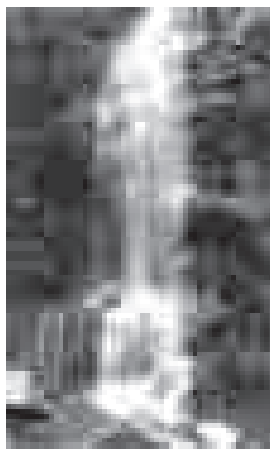
Finalmente, conviene señalar que considerando todos los beneficios que proporcionan el ejercicio y el deporte, no sólo es recomendable sino necesario practicar alguno y fomentarlo entre amigos y familiares.

## **4.13 RESPONSABILIDAD DEL ESTUDIANTE**

Corresponde a la sesión de GA 4.42 (70.2) ES RESPONSABILIDAD DE TODOS

Nuestro país, debido a su situación geográfica, diversidad de climas y relieves, presenta una gran riqueza de recursos naturales: metales, petróleo, zonas pesqueras, estuarios, manglares, bosques, páramos y selvas, entre otros.

La enorme biodiversidad de Colombia proporciona un paisaje lleno de belleza excepcional.



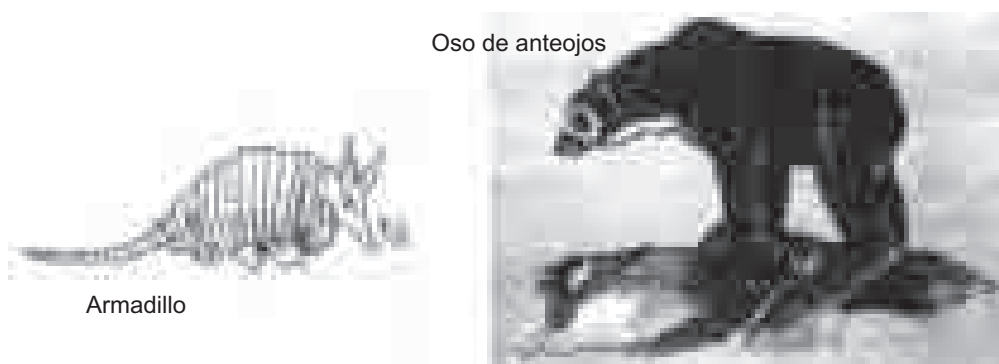
**Figura 47.** La cascada de 130 metros de alto, una expresión de la naturaleza que nos maravilla en el parque natural los Farallones, de Cali.

En los últimos decenios, la población ha crecido notablemente, lo cual ha generado fuertes presiones sobre los recursos naturales. Las presiones se manifiestan en la sobreexplotación de éstos y en la contaminación del agua, aire y suelo.



**Figura 48.** La explosión demográfica tiene un papel determinante en el daño a los ecosistemas.

Debido a la sobreexplotación de los recursos naturales muchas de las especies de organismos, especialmente de vegetales y animales, que habitan en Colombia, han desaparecido y otras están en peligro de extinción.



**Figura 49.** Especies en vías de extinción que habitan en Colombia.

En el estudio de la biología y la educación ambiental, la responsabilidad del estudiante es fundamental, ya que él es el promotor de los conocimientos, un generador de nuevas ideas y el motivador e iniciador de actividades, proyectos y campañas que ayudan a resolver problemas ambientales y comunitarios.

En los sistemas escolarizados, la relación escuela/comunidad es fundamental. La escuela y la comunidad se mantienen en estrecha relación, ya que la primera permite que los alumnos construyan conocimientos que pueden aplicarse a la vida cotidiana; por ejemplo, el cultivo

de una huerta, la producción del compost, el restablecimiento y la conservación de las condiciones ambientales, la promoción de hábitos higiénicos y alimentarios, y la prevención de enfermedades; mientras que la comunidad aplica directamente los conocimientos para beneficiarse y retroalimentarse con sus experiencias en el trabajo escolar.

Por otra parte, el trabajo en equipo logra el desarrollo de la capacidad de organización; lo importante es que las actividades realizadas colectivamente se vean enriquecidas con la participación y opiniones de cada uno de los participantes, lo que da como resultado el aprovechamiento óptimo del trabajo realizado.



**Figura 50.** El trabajo en equipo desarrolla la capacidad de organización.

Otra ventaja del trabajo en equipo es que fortalece actitudes de compañerismo, solidaridad y concertación y favorece el desarrollo de habilidades y destrezas en la realización de algunas actividades. Otros hábitos que se adquieren o se reafirman son los de higiene, el de consumir una alimentación balanceada y el de practicar regularmente algún deporte, lo cual ayuda a la conservación de la salud.

Los conocimientos aprendidos durante el estudio de la biología y la educación ambiental permiten desarrollar hábitos, habilidades y actitudes que benefician a las personas en la vida cotidiana.

La biología y la educación ambiental permiten despertar en los estudiantes el interés por la vida y generar en él la responsabilidad de restablecer, conservar, proteger y amar la naturaleza.



## Capítulo 5

# LOS ECOSISTEMAS Y LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL



El ser humano es una especie más de la biodiversidad de la Tierra. Está clasificado dentro del reino *Animalia*. Su organismo, su funcionamiento interno y aun su conducta son similares a los de otros animales, salvo que éstos no poseen un desarrollo cultural, científico y tecnológico. Tal como todos los seres vivos, el ser humano interactúa con el ambiente.

Por la cantidad de sus miembros y la naturaleza de sus actividades, los efectos que causa la especie humana sobre los ecosistemas son preocupantes. ¿Qué puede hacerse para resolver estos problemas? ¿De quién es la responsabilidad? Cuándo y cómo actuar?

Este capítulo trata la problemática ambiental que ha creado la especie humana, la cual también tiene la capacidad de comprender su realidad y de transformarla.

*“Los que saben contemplar la belleza de la Tierra poseen un caudal de fuerzas que no los abandonará mientras les dure la vida”.*

**RACHEL CARSON**

## 5.1 LA BIOSFERA

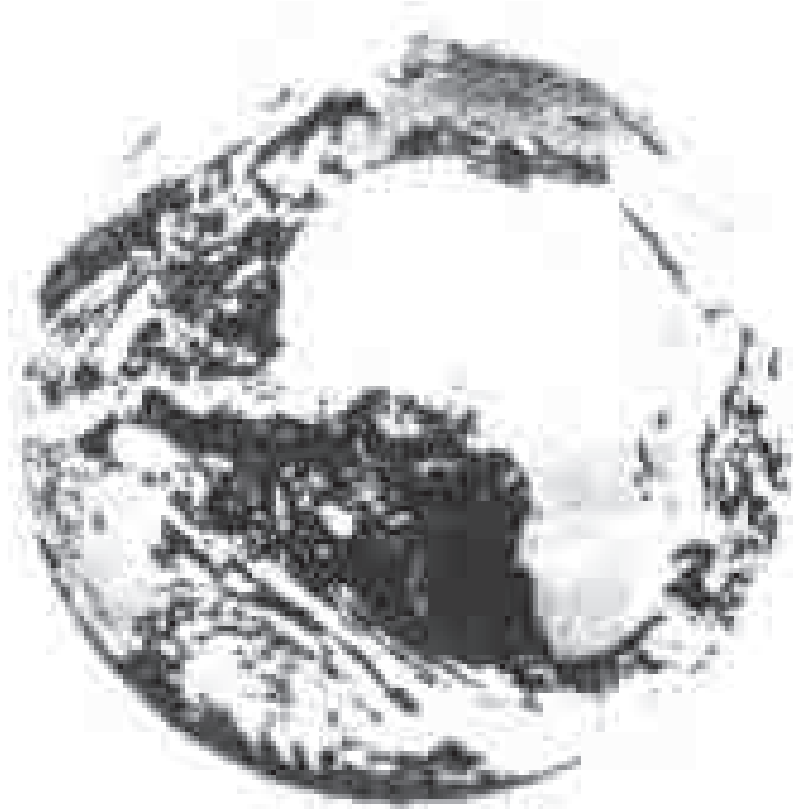
Corresponde a la sesión de GA 5.43 (78.1) BIOSFERA

La Tierra es el tercer planeta del sistema solar. Su estructura es muy similar a la de una cebolla, es decir, está formada por un conjunto de capas.

La biosfera es la capa de la Tierra que reúne las condiciones necesarias para la existencia de los seres vivos, que son todos aquellos organismos que poseen una cualidad al mismo tiempo sorprendente y misteriosa: la vida. La biosfera ocupa la superficie de la corteza terrestre y comprende los primeros metros de la litosfera, que contiene la raíces de los árboles; la hidrosfera tanto en aguas dulces como saladas hasta una profundidad de 5.000 m, y la atmósfera que alcanza una altura de 5.000 m.

En la biosfera habitan los seres vivos, tanto en la parte continental como en las aguas dulces y marinas que existen en la Tierra.

Las exploraciones sobre el Universo, y en especial sobre el sistema solar, hasta la fecha no han permitido establecer científicamente la existencia de vida en otro lugar que no sea la Tierra; sin embargo, la investigación continúa. En consecuencia, la biosfera, junto a los organismos que contiene, hace de la Tierra un lugar diferente a los demás planetas del sistema solar.



**Figura 1.** En la biosfera se presentan una serie de condiciones que son esenciales para la sobrevivencia de todos los organismos.

Por la presencia de factores abióticos (temperatura, clima, oxígeno, altitud, etcétera) necesarios para la existencia de la vida y la de los factores bióticos (seres vivos), la Tierra puede considerarse como un megaecosistema, es decir, un gran ecosistema, o como el ecosistema mayor.

## Los ecosistemas. Individualidad y relaciones

La biosfera abarca al conjunto de todos los ecosistemas. En cada ecosistema puede determinarse la existencia de otros menores, y en cada uno de éstos la de otros aún más pequeños. No importa el tamaño, en todos suceden procesos muy similares.

Un **ecosistema** es el conjunto de los seres vivos de un lugar, el ambiente que lo rodea y las relaciones que se establecen entre ellos. Al observar cualquier ecosistema encontramos diversidad de plantas y animales, todos estos seres forman el elemento vivo o **factor biótico**, pero además en los ecosistemas es muy importante el aire, el suelo, la humedad, la temperatura y demás condiciones del medio, que en su conjunto forman el elemento inerte o **factor abiótico** del lugar.

Los ecosistemas son divisiones sin límites ni tamaños fijos, y pueden extenderse sin que se advierta límites entre unos y otros.

Puede hablarse de un ecosistema cuando éste adquiere cierta individualidad porque los factores abióticos y bióticos interactúan y están más o menos definidos.

Las características de los ecosistemas se definen con base en los factores abióticos y bióticos que los forman.

Aunque la determinación que alcance un ecosistema sea muy clara, no puede decirse que sea independiente o autosuficiente, ya que requiere la entrada y salida de materia y energía.



**Figura 2.** Los ecosistemas no se encuentran aislados. La relación entre ellos es constante.

# Ecosistema y los factores bióticos y abióticos

## Los factores abióticos que los conforman

Un ecosistema se relaciona con otros por medio de los factores bióticos y abióticos que los conforman.

El ciclo del agua, por ejemplo, relaciona a todos los ecosistemas del planeta. El agua que se evapora en el océano Pacífico puede caer en lugares muy lejanos.

Los vientos contribuyen a distribuir sustancias como el dióxido de carbono, el vapor de agua y el polvo por regiones muy amplias. El polvo del Sahara puede viajar, impulsado por el viento, hasta Francia, por ejemplo.

El humo generado en las zonas petroleras de Colombia, Venezuela, los países del golfo Pérsico, los incendios en África o en el Amazonas y también la contaminación de ciudades como Bogotá, entre otras, crean condiciones capaces de afectar a otros ecosistemas del planeta.

El agua de lluvia, la nieve, el agua que se filtra y el caudal de ríos y lagos transportan nutrientes de un ecosistema a otro.

La biodiversidad, especialmente por medio de las especies animales, también genera corrientes de intercambio. En todos los ecosistemas los organismos habitan en un medio, el cual puede ser acuático o terrestre. El medio terrestre comprende la capa sólida y externa de la corteza terrestre en contacto con el aire. El medio acuático es más extenso que el medio terrestre, ya que comprende los océanos, los ríos, los lagos, las lagunas, las ciénagas, etcétera. Las condiciones de este medio como la transparencia de sus aguas, el contenido de sales, la presión y otras, hace que los seres vivos que habitan allí sean diferentes de los de la tierra.

El metaecosistema biosfera puede dividirse en zonas geográficas más o menos delimitadas. Estas divisiones toman en cuenta la distribución de los seres vivos en el planeta. El resultado son las zonas biogeográficas.

## 5.2 LAS ZONAS BIOGEOGRÁFICAS

Corresponde a la sesión de GA 5.44 (79.1) DEL DESIERTO A LA TUNDRA

No todas las especies animales y vegetales pueden encontrarse en todo el planeta. Por ejemplo, en la región central de África existen elefantes, gorilas, chimpancés, leones y antílopes, en tanto que Brasil, con clima y condiciones ambientales similares, presenta una biodiversidad diferente.

Para comprender la actual distribución de los seres vivos es necesario analizar la historia de la Tierra. En la realización de estudios de este tipo los científicos han tomado en cuenta el registro fósil e ideas relacionadas con la **teoría de la tectónica de placas**.

Esta teoría indica que la corteza terrestre está formada por varias placas o costras que se deslizan sobre el manto terrestre. El movimiento de las placas afecta la distribución de los seres vivos en el planeta.

Estudios realizados en la distribución de animales y vegetales sobre la Tierra han revelado la existencia de las siguientes zonas biogeográficas: Paleártica, Neártica, Neotropical y Paletropical.

## Zona Paleártica

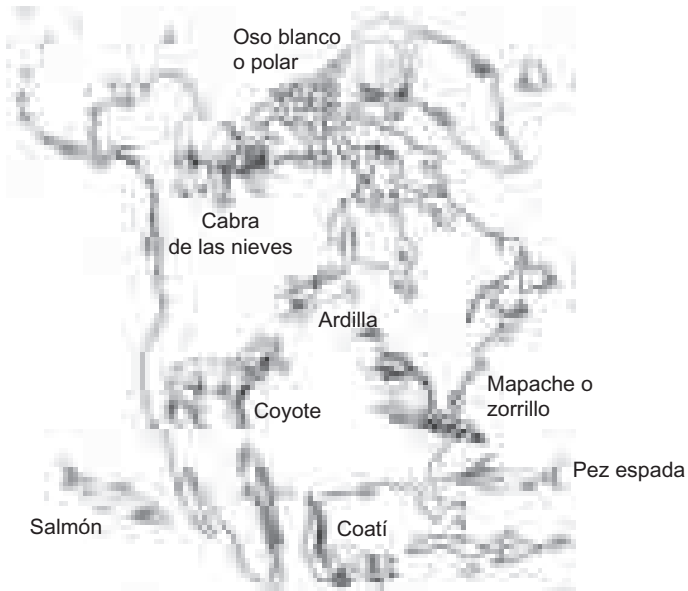
Esta zona comprende: Europa; África del Norte, con el desierto de Sahara; Asia, al norte del Himalaya; Japón; Islandia; y los archipiélagos de las Azores y Cabo Verde. Algunos de los animales característicos son: topos, venados, toros, carneros, cabras, petirrojos y urracas. Ciertas especies también habitan en la zona Neártica.



**Figura 3.** Europa se encuentra en la zona Paleártica.

## Zona Neártica

Conforman esta zona Groenlandia y América del Norte hasta las planicies de México, además de algunas formas de vida de la zona Paleártica, mantiene especies de cabra, perro de las praderas, zorrillo, coatí, cardenal y pavo.



**Figura 4.** América del Norte y parte de México pertenecen a la zona Neártica.

La fauna y flora de las zonas Paleártica y Neártica son similares en muchos aspectos.



**Figura 5.** La cabra de las nieves forma parte de la fauna de la zona Neártica.

## Zona Neotropical

La zona Neotropical se extiende desde la porción central de México hacia el extremo sur de Suramérica. También incluye a las Antillas. En la fauna se destacan alpacas, llamas, monos

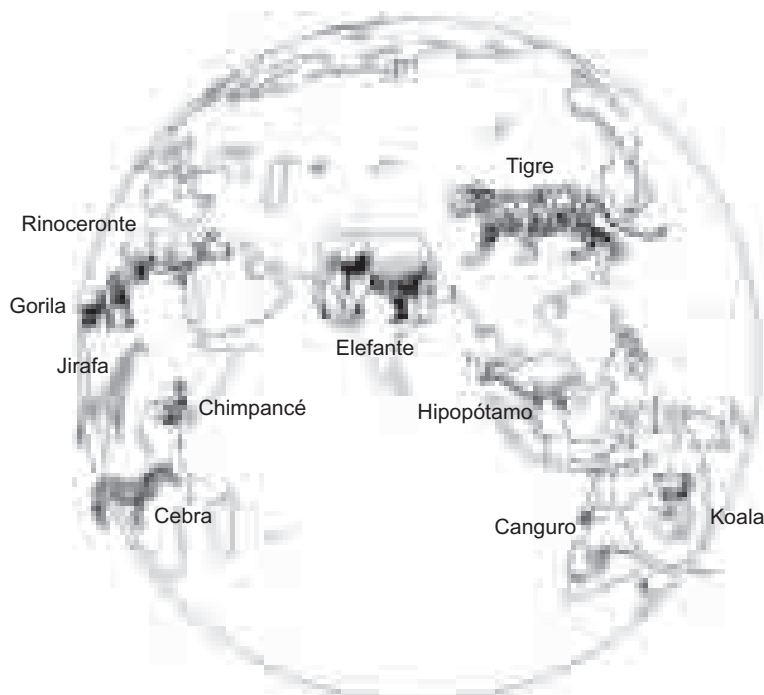
de cola prensil, vampiros, perezosos, tapires, osos hormigueros y gran variedad de aves, como tucanes y garzas reales.



**Figura 6.** América del Sur pertenece a la zona Neotropical.

## Zona Paleotropical

Esta zona comprende la isla de Madagascar, India, Ceilán, Vietnam, China, Península Malaya, Australia, Nueva Zelanda y Nueva Guinea. La fauna está compuesta por gorilas, chimpancés, cebras, rinocerontes, hipopótamos, jirafas, orangutanes, panteras negras, tigres, elefantes asiáticos, canguros, koalas, etcétera.



**Figura 7.** Parte de la zona Paleotropical.

Dentro de las zonas Paleártica, Neártica, Neotropical y Paleotropical se encuentran los diversos ecosistemas que existen en el planeta.

### 5.3 LOS ECOSISTEMAS DEL PLANETA

Corresponde a la sesión de GA 5.44(79.1) DEL DESIERTO A LA TUNDRA

- **Tundra**

Este ecosistema se ubica en el océano Ártico y el casquete polar Ártico y se extiende por el norte de América del Norte, el norte de Europa y Siberia; se caracteriza por presentar temperaturas bajas y poca lluvia. La mayor parte del tiempo el suelo está cubierto de nieve o hielo.

La vegetación está compuesta de líquenes, musgos y hierbas. La fauna está integrada por animales como el caribú, el reno, la liebre, el oso polar, el lobo y un gran número de aves migratorias.



*Figura 8. El lobo es un habitante de la tundra.*

- **Bosque de coníferas**

Este ecosistema se distribuye en el norte de América, Europa y Asia. Está cerca de la tundra, en regiones a gran altura o muy al Norte. Destacan abetos y pinos en la flora, y liebres árticas y lince en la fauna. La temperatura es baja.



*Figura 9. El lince es uno de los animales que habita el bosque de coníferas.*



- **Bosque tropical lluvioso**

Este bosque se ubica en los valles de los ríos Amazonas, Orinoco y Congo, y en algunas zonas de América Central, Borneo y Nueva Guinea. Lo componen árboles de gran altura, algunos cubiertos de enredaderas, lianas y otras plantas. La mayor parte de los animales viven en la parte superior de la vegetación; entre ellos destacan: monos, perezosos, termitas y hormigas. También existen osos hormigueros, diferentes reptiles y gran variedad de aves, como pericos y tucanes.



*Figura 10. En el bosque tropical habita una gran variedad de aves.*

- **Pradera**

Este tipo de terreno se localiza en el occidente de Estados Unidos, Argentina, Australia, la antigua Unión Soviética, principalmente Siberia. La pradera proporciona pasto natural para el ganado. En ocasiones se encuentran árboles y arbustos que forman fajas a lo largo de los ríos y arroyos. La altura de las diversas especies de hierbas oscila entre 1.5 m y 2.5 m. Las raíces de muchas especies penetran profundamente en el suelo.

La fauna de estos ecosistemas está compuesta por antílopes, cebras, caballos, conejos,



*Figura 11. Las cebras se agrupan en rebaños para protegerse.*

ardillas, perros de las praderas, topos, entre otros. Algunos de estos animales se agrupan en rebaños para protegerse de sus depredadores.

- **Chaparral**

Norteamérica, la cuenca del Mediterráneo y las costas de Australia cuentan con este ecosistema. Muchas aves y venados habitan el chaparral durante la época de lluvia y en verano emigran al Norte para escapar del calor. Ahí habitan animales como conejos, ardillas, ratas, lagartos, pinzones, etcétera.



*Figura 12. El conejo habita en el chaparral.*

- **Desierto**

Regiones de este tipo se localizan en todos los continentes. Hay desiertos lo mismo en África que en Australia o en países como Estados Unidos, Colombia o Bolivia.

En los desiertos, la vegetación es poco densa y presenta adaptaciones que le confieren resistencia a la escasez de agua. A esta vegetación se le denomina xerófila. Ejemplo de ella son los cactus.



*Figura 13. Ejemplos de vegetación xerófila.*

Tomando como base la temperatura pueden distinguirse dos tipos de desierto: el “caliente”, como el de Arizona —caracterizado por la presencia del cacto saguaro gigante y por árboles de palo verde—, y el desierto “frío”, como el de Idaho en el que dominan las plantas de artemisa.

Algunos reptiles e insectos —como la langosta— viven en el desierto gracias a diferentes adaptaciones. En los reptiles son notorias la piel gruesa e impermeable y las excretas poco húmedas. Los hábitos de vida de estos animales suelen ser nocturnos.

En los desiertos del norte de Chile y el Sahara casi nunca llueve.



*Figura 14.* La langosta es un insecto adaptado al desierto.

## Ecossistemas marinos

Los factores abióticos que más influyen en los ecosistemas marinos son la cantidad de sales disueltas en el agua, la profundidad, la temperatura y la intensidad de la luz.

En aguas muy claras la luz alcanza a penetrar hasta 200 m y marca así el límite de la zona donde puede realizarse la fotosíntesis. La penetración de la luz define las zonas fótica y afótica. Tomando en cuenta la profundidad, también se puede determinar la presencia de varias zonas.

Los factores bióticos de estos ecosistemas se agrupan en tres grandes conjuntos: plancton, necton y bentos.

Los organismos marinos que flotan al azar en la superficie de las aguas se denominan, en conjunto, **plancton**. Las algas unicelulares, los protozoos y las larvas de gran número de animales son organismos planctónicos.

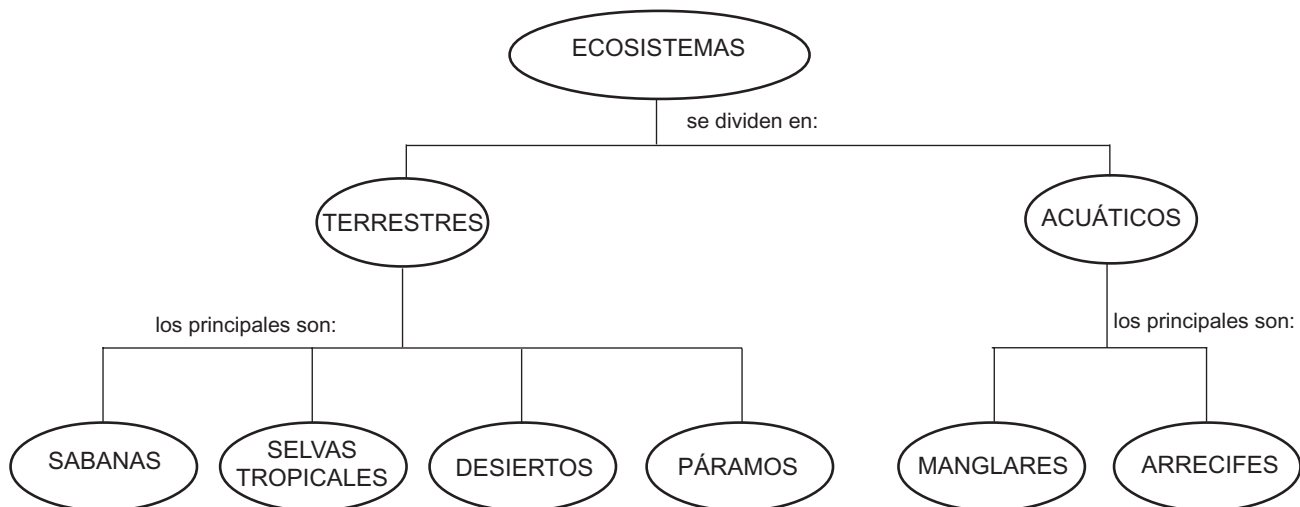
Los organismos marinos que viven en mar abierto y realizan movimientos voluntarios constituyen el **necton**. El atún, la ballena, el tiburón, el calamar, etcétera, son organismos nectónicos.

Los organismos marinos que viven en las profundidades reciben el nombre de **bentos**. Las estrellas de mar y las ostras son organismos bentónicos.



**Figura 15.** Ecosistema marino.

A continuación se presenta un mapa conceptual generalizado, de los ecosistemas acuáticos y terrestres.



**Figura 16.** Mapa conceptual de los ecosistemas acuáticos y terrestres.

## 5.4 LOS ECOSISTEMAS DE COLOMBIA

Corresponde a las sesiones de GA 5.45 (80.1) LA AMAZONIA

Colombia está ubicada en la esquina noroccidental de Suramérica. Colombia cuenta con extensas áreas marinas en el mar Caribe y en el océano Pacífico. En el país sobresale la presencia de la cadena montañosa de los Andes que recorre el territorio de sur a norte. De acuerdo con estas características, Colombia se puede dividir en dos grandes regiones: la montañosa al occidente y una región plana al oriente y al norte del país. Al sur de Colombia los Andes originan tres cadenas montañosas (cordilleras occidental, central y oriental).

Debido a su ubicación geográfica, Colombia posee una enorme variedad de climas, lo cual origina una gran diversidad de ecosistemas.

La diversidad ecosistémica actual, al igual que la diversidad de especies de un territorio tiene estrecha relación con las actividades humanas que allí hayan tenido lugar. Con base en lo anterior, se puede hablar de dos tipos de diversidad ecosistémica:

- La diversidad ecosistémica original o potencial: previa a la intervención del hombre.
- La diversidad ecosistémica actual, resultante de la interacción histórica de la diversidad original y sus procesos naturales con las actividades culturales humanas.

La gran diversidad de ecosistemas con los que cuenta el territorio colombiano ha resultado de una gran diversidad de espacios geográficos en razón de su ubicación latitudinal intertropical y de la gran variedad de condiciones edafoclimáticas, lo cual, a su vez, repercute en la megadiversidad biológica de especies. Es tan variada la geografía del país, que no son muchos los tipos de ecosistemas en el mundo que no estén representados en el territorio nacional.

### Ecosistemas terrestres

- **Páramos**

El **páramo** es una zona de vida de la alta montaña; está por encima del bosque montano alto. Colombia posee la zona más importante de páramos, tanto por superficie como por diversidad, ubicados principalmente en las cordilleras Occidental y Oriental, pero con mayor continuidad en la Central.

El páramo andino es la zona con vegetación abierta, semiabierto, arbustiva y boscosa baja. El clima del páramo es tropical frío y la temperatura es baja durante todo el año.

Por lo general, en los páramos existe un endemismo marcado. Las familias más predominantes son las compuestas con 42 géneros y las gramíneas que contribuyen con el mayor número de géneros, le siguen las orquídeas, pólipos o musgos, ciperáceas o juncos de laguna y el papiro, ericáceas o brezos y la pipa de india, entre otras. El género *Espeletia*, es de especial interés ya que los **frailejones** definen en buena parte el aspecto de los páramos colombianos.



**Figura 17.** Los frailejones, flora característica de los páramos.

El conocimiento de la fauna de los páramos es todavía limitado con excepción de ciertos grupos de aves, anfibios y mamíferos.

Los páramos aportan al país buena parte de su agua potable, pues la mayoría de los ríos tienen sus cabeceras en ellos; muchos de esos ríos son utilizados para generar energía eléctrica.

Los páramos en Colombia están distribuidos en los siguientes sectores:

- Sector de páramos cordillera Oriental, con los distritos de páramos: Perijá, Santander, Boyacá, Cundinamarca.
- Sector páramos cordillera Central con los distritos de páramos: Quindío, Huila-Tolima, macizo Colombiano, Nariño, Putumayo.
- Sector páramos cordillera Occidental, con los distritos de páramos: Paramillo-Frontino, Citará-Tatama, cerro Calima, Farallones de Cali.
- Sector páramos Santa Marta con el distrito de páramo: Santa Marta.

- **Selvas y bosques montanos**

En Suramérica, la mayor extensión potencial de **bosques montanos tropicales** está en Perú, seguido de Colombia, Ecuador y Venezuela, en todos estos países el proceso de deforestación ha reducido la cobertura de este tipo de bosques.

Los bosques montanos colombianos se encuentran en las tres cordilleras, así como también en la sierra nevada de Santa Marta y en las partes altas de la serranía de San Lucas, cerro Tacarcuna y Torra (Chocó) y la serranía de Macuira (Guajira).

Los bosques montanos son ricos en especies de plantas leñosas de las familias de las leguminosas y moráceas, etcétera. Dentro de las especies de plantas más características de los bosques montanos colombianos, están la palma de cera, árbol nacional y los pinos colombianos.



**Figura 18.** La palma de cera, árbol nacional, una de las principales especies vegetales de los bosques montanos colombianos.

El oso de anteojos y la danta de la montaña representan dos de las especies de la fauna más característica de los ecosistemas de montaña en Colombia; ambas especies se encuentran amenazadas por la cacería y la destrucción de sus hábitat. Además de estas dos especies está el venado, la guagua loba, el jaguar, el puma, la taira, la comadreja y el cusumbo. De los anfibios más conocidos está la salamandra.

- **Bosque seco tropical**

El **bosque seco tropical** se define como aquella formación vegetal que representa una cobertura boscosa continua y que se distribuye entre los 0 y 1 000 metros de altitud; presenta temperaturas superiores a los 24°C (piso térmico cálido). En la región del Caribe colombiano, las zonas de bosque seco tropical presentan climas cálido árido, cálido semiárido y cálido seco.

De las tres grandes regiones con bosque seco tropical en Colombia, la llanura caribe incluyendo el sur de La Guajira, es la región con mayor cobertura en la actualidad. En segundo lugar se encuentra la región seca del valle del río Magdalena en los departamentos del Tolima, Cundinamarca y Huila, y por último el valle geográfico del río Cauca.

En general, los bosques secos tropicales presentan la mitad o un tercio del total de plantas de los bosques húmedos tropicales. En Colombia, la familia con el mayor número de especies en el bosque seco tropical es el de las leguminosas, ornamentales y frutales, entre las cuales están: matarratón, carbonero, cactus, pitahaya, mamoncillo, entre otros. En cuanto a la fauna, Colombia muestra la presencia de una alta diversidad de escarabajos estercoleros, hormigas, gran variedad de aves, anfibios, serpientes, saurios, tortugas, murciélagos, primates, felinos, roedores y dos especies de armadillos y perezosos.



**Figura 19.** Los armadillos y los perezosos son dos especies de la fauna representativa de los bosques secos tropicales.

- **Sabanas**

La **sabana** es considerada una planicie cubierta de hierbas altas y desprovista de árboles; las sabanas son ecosistemas tropicales con predominio del componente herbáceo en algunos casos acompañado del componente leñoso; la vegetación que predomina son las gramíneas y hierbas de origen tropical.

En Colombia se encuentran dos tipos generales de sabana que tienen relación con las condiciones biofísicas. Por una parte están las conocidas sabanas llaneras en las cuales predominan las gramíneas y en menor proporción las ciperáceas localizadas en las planicies de la Orinoquia y el Caribe. Por otra parte están las sabanas amazónicas en las cuales dominan hierbas no graminoides.

Los ecosistemas de sabana de los llanos orientales de la Orinoquia son los más extensos del país: comprenden la Orinoquia ubicada en Arauca y Casanare; la otra es la antillanura ubicada al sur de los ríos Meta y Guaviare, en los departamentos del Meta, Vichada y Caquetá; y por último las sabanas del Yará, del Refugio y de la Fuga.

En cuanto a la biodiversidad de especies de los ecosistemas de sabana es considerable; las familias más diversificadas son las rubiáceas, las leguminosas, las ciperáceas y las gramíneas. En cuanto a la fauna, el predominio lo tienen los reptiles (serpientes y saurios) entre los cuales vale la pena mencionar el caimán llanero y la tortuga tereca que, además, están en peligro de extinción.



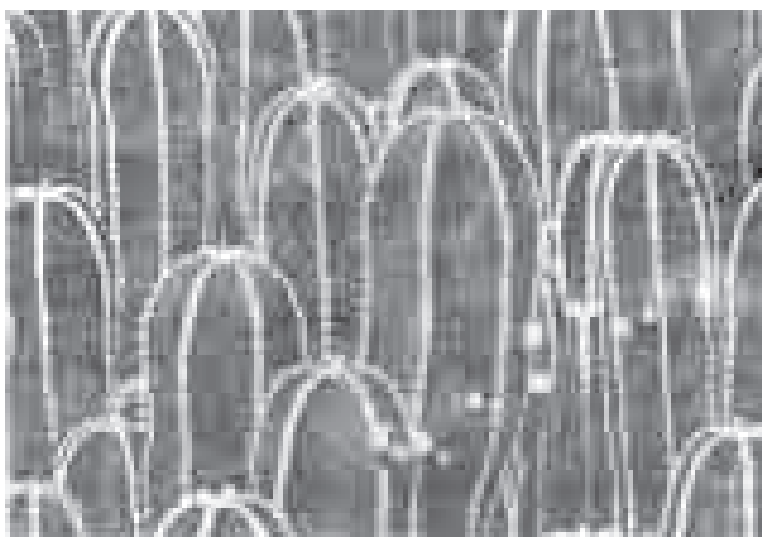


**Figura 20.** El caimán llanero es una de las especies de la fauna más representativa de las sabanas.

- **Formaciones xerofíticas y subxerofíticas**

En Colombia estas formaciones se encuentran localizadas tanto en tierras bajas (cinturón seco del Caribe y los valles secos interandinos por debajo de los 1000 m) como en tierras altas (en la cordillera Oriental). Las **formaciones xerofíticas y subxerofíticas** hacen referencia a las partes más secas de los bosques secos tropicales.

En el Caribe se encuentran en la alta y media Guajira, parte baja del flanco noroccidental de la sierra nevada de Santa Marta y el litoral de los departamentos del Atlántico, Bolívar, Córdoba y Sucre. Los nueve valles interandinos en los cuales se presentan formaciones secas son: cañón del río Cagua, valle alto del río Sucio, valle alto del río Cauca, cañón del río



**Figura 21.** Los cactus son una de las especies más representativas de las formaciones xerofíticas y subxerofíticas.

Dagua, cañón del río Patía, valle del río Magdalena, cañón del Chicamocha, enclava de Ocaña y enclava de Cúcuta.

Las formaciones secas de las tierras altas están localizadas en la cordillera Oriental en la sabana de Bogotá, valle de Ubaté, Boyacá y Cáqueza.

En cuanto a la flora se caracteriza por arbustos enanos, matorrales espinosos, vegetación muy seca y abierta de líquenes y algas. Los elementos más predominantes son las cactáceas debido a la succulencia de sus tallos y a sus variadas y contrastadas formas de crecimiento como cactus columnares y pendulares.

- **Bosque húmedo tropical**

El concepto de **bosque húmedo tropical** abarca las selvas, bosques pluviales, bosque lluvioso, selva baja, entre otros. El área del bosque húmedo tropical más extensa e interconectada se encuentra ubicada en Suramérica en las cuencas de los ríos Amazonas y alto Orinoco.

Los bosques húmedos tropicales se caracterizan por ser los ecosistemas de mayor complejidad estructural, estratificación y diversidad de especies. Además presenta un alto rango de variación tanto en las condiciones del clima como en las características de los suelos, la hidrología, entre otros.

Su distribución está confinada a cuatro regiones del país: las tierras bajas del Pacífico (Chocó biogeográfico); el valle del medio Magdalena, bajo Cauca y San Jorge, y el medio Sinú; la Amazonia y sectores de la Orinoquia; y un área menor en la cuenca del río Catatumbo.

Los ecosistemas de bosque húmedo tropical son los que albergan la mayor diversidad de especies, se estima que el 50% de la diversidad del mundo se encuentran en éstos, con



**Figura 22.** El mico es una de las especies más importantes de los ecosistemas de bosque húmedo tropical.

familias de plantas muy diversificadas incluyendo leguminosas, rubiáceas, melastomatáceas, entre otras. Entre las especies endémicas están los árboles de dosel y lianas, muchas especies de palmas y anturios, entre otros.

En cuanto a la fauna existe una gran diversidad de aves, gran parte de mamíferos, con un gran número de primates, serpientes, saurios, anfibios, insectos y arácnidos. Entre las especies más representativas y endémicas están el mico en el Magdalena medio, el lagarto de la Amazonia y las tortugas del Chocó.

La importancia de estos ecosistemas va desde la conservación de la mayor parte de la diversidad biológica del mundo hasta la regulación de los ciclos hidrológicos y la protección de suelos; además, por el papel en la fijación de CO<sub>2</sub> se consideran las zonas amortiguadoras de los cambios climáticos globales. En cuanto al clima local y regional, estos ecosistemas son de gran importancia en la regulación de la evaporación y la precipitación.

### **Humedales**

Gracias a su posición geográfica, Colombia cuenta con una de las mayores diversidades ecosistémicas en Suramérica en cuanto a humedales se refiere; los **humedales** pueden considerarse como aquellos sitios entre la tierra que es inundada o saturada con agua en algún momento del año y aquella que no lo es.

Las principales zonas de humedales están: en la región del Caribe, región del Pacífico, región montañosa del complejo occidental, central y oriental del macizo Colombiano, en la región Orinoquia, en la región de la Amazonia y en la región del Catatumbo.

Los humedales pueden clasificarse dentro de los siguientes tipos: estuarios, humedales litorales, llanuras inundables y pantanos de agua dulce.

La importancia de los humedales se basa en el control contra inundaciones, remoción de sedimentos tóxicos, mitigación de la erosión, entre otros. Además, los humedales satisfacen aspectos sociológicos de las necesidades humanas, ya que se utilizan como sitios para el esparcimiento pasivo, el turismo, la investigación científica, la inspiración estética, la educación y son una reserva muy importante para la supervivencia y propagación de especies vegetales y animales.

### **Cuevas y cavernas**

Se forman a partir de la interacción del clima y el tipo de roca; esta interacción genera cavidades de diverso tamaño y desarrollo. Existen tres grandes tipos de formaciones subterráneas: **sistemas calizos o carsos**, formados por la acumulación de carbonato de calcio; **sistemas de areniscas** que se forman por arrastre de partículas de arena, por el agua o el viento y **sistemas volcánicos**, en ellos las cavidades se forman por procesos de enfriamiento de torrentes de lava.

Estos sistemas subterráneos se encuentran ubicados principalmente en la provincia norandina, en mayor proporción en la sierra nevada de Santa Marta en el cinturón árido pericaribeño, en la Amazonia y Guayana.

En cuanto a la fauna predominan los murciélagos, algunos roedores, aves como guácharos, artrópodos; una de las zonas más importantes de este ecosistema es el Parque Nacional Cueva de los Guácharos, en el departamento del Huila; estas cuevas sirven como refugio de animales y de plantas endémicas.



*Figura 23. El murciélago es una de las especies representativas de los ecosistemas de las cuevas y cavernas.*

## Ecosistemas marinos y costeros

Corresponde a la sesión de GA 5.46 (81.1) MAR CARIBE

Entre los ecosistemas acuáticos que posee Colombia están: los **manglares**; los **fondos sedimentarios** (fondos submarinos cubiertos de sedimentos blandos de diversa textura y composición sin cobertura vegetal evidente); los **litorales rocosos** (se desarrollan sobre sustratos rocosos de las zonas de mareas entre la interfase de la tierra y el mar); las **playas arenosas** (biotopos muy modificados debido a la acción que ejercen algunos factores físicos como el oleaje, las corrientes y los vientos); las **praderas de pastos marinos** (son asociaciones vegetales submarinas conformadas por plantas que por lo general no pasan de los 20 cm a los 30 cm) y los **arrecifes de coral** (son estructuras geomorfológicas construidas básicamente por organismos calcáreos vivos).

Entre los ecosistemas marinos más importantes en Colombia están los manglares y los arrecifes de coral.

### Manglares

El **manglar** es una asociación de árboles, arbustos y otras plantas halofíticas, esto es, que viven en zonas salobres o saladas, en las cuales los árboles de mangle son los principales constituyentes tanto estructural como funcionalmente.

El ecosistema de manglar se presenta en la interfase de la tierra y el mar; es una zona sujeta a variaciones de la marea y parte de ella es agua, parte tierra y otra parte presenta una consistencia intermedia (pantanosa). Tiene una temperatura promedio de 20°C.

Al contrario de los manglares del Pacífico colombiano, los manglares del Caribe se distribuyen en forma discontinua. Los departamentos de Magdalena, Sucre, Córdoba, Antioquia y

Bolívar poseen en su orden la mayor cobertura de bosque de manglar en el Caribe. Éstos incluyen grandes bosques de los ríos Magdalena-canal del Dique, Sinú y Atrato.

Los manglares del Pacífico colombiano van desde la costa norte (estribaciones de la sierra del Baudó), luego están las del cabo Corrientes hacia el sur, la bahía de Málaga, que continúa hacia la bahía de Buenaventura y terminan con los manglares de Tumaco.

Las poblaciones animales asociadas a estos ecosistemas son abundantes, entre las especies más descritas están la de los moluscos, crustáceos, peces, anélidos, insectos y equinodermos. Gran parte de la fauna marina tiene nacimiento en los manglares, por lo cual revisten gran importancia en la preservación de la vida marina y costera.



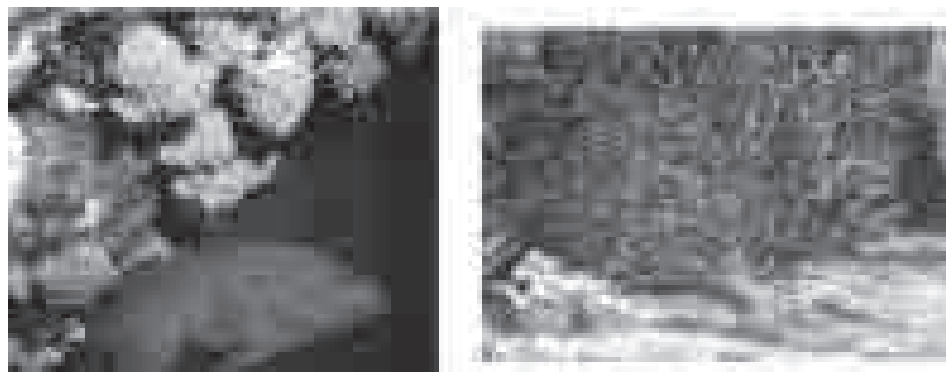
**Figura 24.** Los manglares, uno de los ecosistemas marinos más importantes.

- **Arrecifes coralinos**

Son estructuras construidas por organismos calcáreos vivos que modifican la topografía del lecho marino y cuya dimensión es tal que influye en las propiedades físicas y ecológicas del medio. Los **arrecifes de coral** están formados por ciertos invertebrados marinos que son capaces de fabricar el esqueleto duro (grupos de algas, celenterados, moluscos, anélidos y crustáceos). El desarrollo de un arrecife coralino es un proceso que tarda cientos y miles de años, y es el resultado de la labor colectiva de numerosos organismos y de complejos procesos físicos y geoquímicos.

Los arrecifes coralinos se distribuyen mundialmente en la franja tropical. En Colombia la zonas más representativa de estos arrecifes se encuentra al norte de la sierra nevada de Santa Marta, el Parque Nacional Tayrona, así como las bahías de Capurganá y Zapzurro,

muy cerca de la frontera con Panamá. El área arrecifal oceánica está representada por los complejos del archipiélago de San Andrés y Providencia. Los arrecifes coralinos en el Pacífico colombiano están delimitados en la zona insular de Gorgona y Malpelo.



**Figura 25.** Los arrecifes coralinos son un ecosistema marino muy importante, ya que albergan diversas especies de flora y fauna.

La problemática de los ecosistemas en el país está determinada por la transformación de los hábitat y ecosistemas naturales a causa de factores como: la ejecución de políticas inadecuadas de ocupación y utilización del territorio, además el establecimiento de cultivos ilícitos, la construcción de obras de desarrollo e infraestructura, la actividad minera, la adecuación de zonas cenagosas para el pastoreo, el consumo de leña, los incendios de ecosistemas naturales, la producción maderera, la introducción de especies foráneas o invasoras, la sobreexplotación de especies silvestres de fauna y flora; y por último, es la contaminación, resultado de actividades industriales y domésticas, que ha llevado a una alteración del medio natural.

## 5.5 EL ECOSISTEMA LOCAL

Corresponde a la sesión de GA 5.47(82.1) MI COMUNIDAD

Para poder comprender mejor la estructura y funcionamiento de los ecosistemas se debe conocer la dinámica de las poblaciones animales y vegetales, los ciclos biogeoquímicos las propiedades físicas y químicas del suelo, las características climáticas. En el territorio colombiano, la diversidad en el clima y la diversidad del suelo, producto de una serie de cambios ocurridos a lo largo del tiempo, han propiciado la existencia de ecosistemas con características peculiares.

Para conocer de una manera muy general el ecosistema de una localidad, se pueden tratar de determinar las características de los factores abióticos (clima, suelo, agua, aire, etcétera) y bióticos (fauna y flora).

### Factores abióticos

- El clima

Los tres factores más estrechamente relacionados con el clima son: la temperatura, las lluvias y la humedad del ambiente. La temperatura ambiente es muy importante en la regula-

ción de los procesos vitales de los organismos, principalmente en las plantas. El principal factor de variación de la temperatura es la altitud, que determina los diferentes pisos térmicos. En los países de América Latina como en Colombia, la baja latitud está compensada por la altura sobre el nivel del mar: así la altitud determina las diferentes zonas ecológicas y por consiguiente la diversidad biológica.

## Pisos térmicos en Colombia

La relación entre la altitud y la temperatura determinan los diferentes pisos térmicos a los cuales corresponde un determinado clima. Éstos se pueden clasificar así:

- Piso cálido o tropical.
- Piso templado o premontano.
- Piso frío o montano bajo.
- Piso de páramo o piso montano.
- Piso subalpino y alpino.
- Piso nival o nevados.

Existen otros factores abióticos que influyen decisivamente en los ecosistemas tales como:

- **El agua.** Es el principal componente de los seres vivos y su disponibilidad es fundamental para los organismos, los cuales deben adaptarse a su abundancia o escasez.
- **El suelo.** Los seres vivos utilizan el suelo para realizar allí múltiples funciones.
- **El aire.** Los organismos aerobios requieren oxígeno para respirar; el aire les aporta este elemento.



*Figura 26. Ecosistema de clima frío.*

## Factores bióticos

- **La flora**

Los diferentes ecosistemas están caracterizados por determinadas floras o tipos de vegetación que predominan. Así, por ejemplo, los árboles son típicos de selvas y bosques; los arbustos de matorrales, y las plantas herbáceas de pastizales y praderas.

El segundo paso para precisar el ecosistema en el que se vive es determinar las características de la flora del lugar. Esto es posible mediante la observación directa o pueden buscarse similitudes con la flora de los ecosistemas descritos anteriormente. También puede optarse por describir las especies mas representativas y señalar las características de las poblaciones y comunidades.



**Figura 27.** Ecosistema donde se muestran árboles de pinos y pastos.

- **La fauna**

Esta la constituye el conjunto de animales que habita en un ecosistema. A los animales se les considera para caracterizar al ecosistema aunque, debido a su capacidad para desplazarse, puede encontrarse a una misma especie en ecosistemas diferentes; por ejemplo se han identificado zorros tanto en los bosques como en los matorrales.

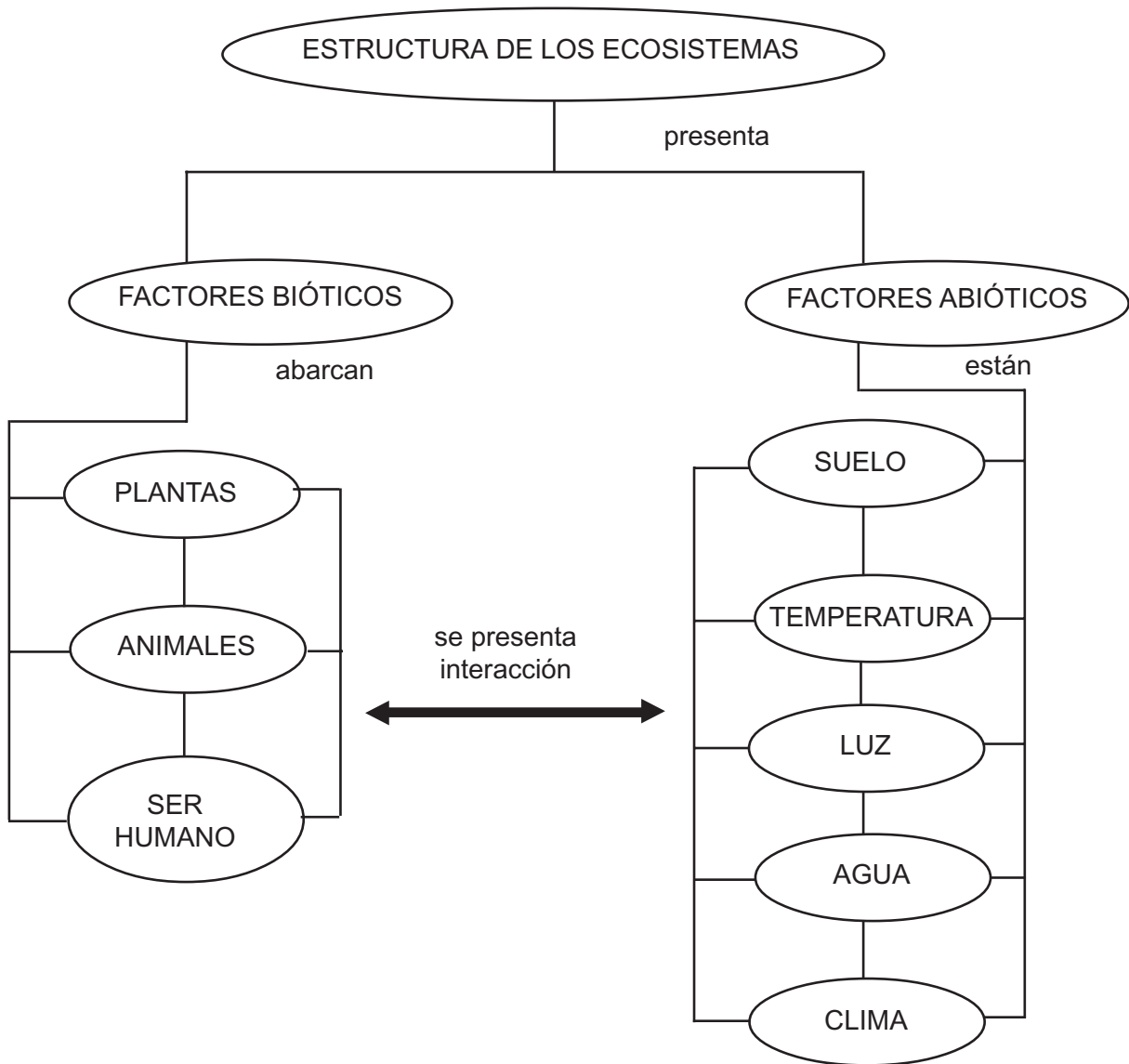


**Figura 28.** Especies que habitan en el bosque.

El tercer paso para verificar el ecosistema en el que se vive es determinar las características de la fauna del lugar. Esto puede realizarse mediante la observación directa. Tal vez convenga definir cuáles son los consumidores primarios, cuáles son los secundarios, cuáles son los descomponedores, carroñeros, saprófagos, etcétera.



A continuación se presenta un mapa conceptual, que sintetiza los factores bióticos y abióticos.



**Figura 29.** Mapa conceptual de los factores bióticos y abióticos.

## 5.6 EL DESEQUILIBRIO DE LOS ECOSISTEMAS

Corresponde a la sesión de GA 5.48(83.1) ¿CUÁLES SON LOS PROBLEMAS?

Los ecosistemas presentan una delicada situación de equilibrio dinámico. Esto significa que los factores bióticos y abióticos están en una constante interrelación en la que cada elemento desempeña una determinada función que los mantiene en una estabilidad relativa.

El clima tiene su influencia sobre los factores ecológicos, biológicos y económicos, tales como los regímenes de cuencas fluviales, en los ciclos de las poblaciones en la etiología de los organismos, en el ciclo anual de producción agrícola y hasta en las costumbres y culturas de los pueblos. La extensión de la nieve y de los glaciares, el límite de altitud del bosque, los límites de sequía y humedad dependen también del clima.

El equilibrio de los ecosistemas también se puede afectar por la influencia de factores como el tiempo atmosférico, la temperatura, la radiación solar y las precipitaciones, entre otros. El conjunto de estos factores constituyen el clima de una región y determinan la estructura de los ecosistemas. Los ecosistemas están resintiendo una serie de cambios constantes. La causa de muchos de ellos es la actividad de una especie biológica que interactúa en ocasiones irracionalmente con su medio: la especie humana.



**Figura 30.** El ser humano modifica los ecosistemas.

Debido a su enorme número, superior a los seis mil millones de habitantes, el ser humano modifica no sólo los nichos ecológicos sino la totalidad de las leyes del ecosistema. Modifica las leyes de la transmisión energética, desarticula los ciclos de los elementos biogeoquímicos y transforma el balance de las cadenas alimentarias. El consumo de la energía fósil (carbón, gas y petróleo) introduce de nuevo en el sistema vivo los residuos que habían sido sepultados en depósitos subterráneos, con impactos fatales en la atmósfera. Las diferentes capas atmosféricas que sirven como filtro de la energía solar han ido perdiendo su eficacia como mecanismo regulador.

Los ciclos de los elementos que evitan la acumulación de basuras y logran un eficiente uso



**Figura 31.** Contaminación de aire y agua.

de los mismos se ven también afectados por la actividad humana, la cual por lo menos en la actualidad desperdicia recursos y acumula basuras. La transmisión de la energía a través de las escalas alimentarias se empieza a modificar desde el momento en que el ser humano organiza la actividad agropecuaria como base del sustento y del desarrollo. A estas modificaciones se les da el nombre de **problemática ambiental**, la cual es el resultado de las relaciones entre ecosistema-cultura-sociedad.

El producto de la actividad irracional de la especie humana es el deterioro de los ecosistemas, la reducción de la biodiversidad, el crecimiento desmedido de la contaminación del aire, del agua y del suelo, la desertificación y los cambios climáticos que afectan a todo el planeta.

Cualquier modificación de los factores bióticos o abióticos originales del medio pueden considerarse una alteración.

En general, muchas alteraciones de los ecosistemas ocurren cuando el ser humano no plantea el uso y manejo de los recursos naturales de manera que éstos le permitan satisfacer sus necesidades actuales y futuras y mantener su desarrollo, como conservarlos.

Es importante señalar que cuando se detecten o enfrenten problemas ambientales es necesario proponer y llevar a la práctica medidas que los solucionen.

## La basura, una alteración común

La **basura** en general es considerada como todo aquello que queda como residuo, desperdicio o desecho de las actividades humanas (domésticas, industriales, comerciales). Son las cosas que se botan por considerarse inservibles o no reutilizables. Por alterar las condiciones del ambiente y de la salud humana, son motivo de especial consideración en la educación ambiental.



**Figura 32.** Alteración de las condiciones normales del medio.

Algunas basuras como el papel, plástico, vidrio, metal aunque no son reutilizables en el momento, se pueden reciclar, esto es, recuperar su materia prima. Las excreciones de origen animal o humano no son consideradas basuras.

Las basuras que se descomponen por acción de organismos microscópicos (hongos, bacterias y otros), se consideran basuras **biodegradables**. Este tipo de basura proviene de la materia orgánica. En lugares donde se acumula este tipo de basura, se crean condiciones favorables para la reproducción de bacterias, virus y hongos, algunos de ellos patógenos, es decir, causantes de enfermedades.

Además de lo anterior las basuras pueden ocasionar otros problemas: cuando se depositan en los sistemas acuáticos (ríos, humedales, cañadas, ciénagas, mares, entre otros); cuando las basuras son abundantes, el oxígeno del agua se gasta casi totalmente en su descomposición, lo cual trae como consecuencia la muerte del sistema acuático.

El suelo también se ve afectado a causa de las basuras, ya que productos de la descomposición, entran en contacto con él, alterando su composición y la vida de los organismos que allí se desarrollan. Estos productos pueden filtrarse y contaminar las aguas subterráneas. El proceso de descomposición de las basuras trae como resultado algunas sustancias de tipo gaseoso, que le dan al aire un olor fétido, contribuyendo a su contaminación.

Algunas basuras no se descomponen, porque sus componentes no son estrictamente orgánicos. Este tipo de basura se conoce con el nombre de **no biodegradable** (plástico, vidrio, porcelana, entre otras). Causan otro tipo de problema que es la invasión del espacio público o de ambientes naturales, acumulándose por largo tiempo en los lugares donde son depositadas.

La producción de basuras de todo tipo esta íntimamente relacionada con los hábitos de consumo de las comunidades y, por supuesto, estos hábitos dependen de las formas de vida que adopten las comunidades, del tipo de productos utilizados para la alimentación y las labores del hogar, y de los desechos que se producen a partir de todo el sistema de vida. En otras palabras, está relacionada con la cultura social.

La industria, el comercio y las comunicaciones han contribuido en forma negativa a crear hábitos de consumo de cosas innecesarias. Los productos naturales preparados en el hogar han sido reemplazados por productos empacados, enlatados y envasados, que luego aumenta la cantidad y diversidad de las basuras.

En Colombia, la costumbre más común entre sus habitantes es botar las basuras en lugares abiertos (al aire libre), en el suelo o en los sistemas acuáticos, sin que reciban un tratamiento adecuado, con lo cual se está contribuyendo a la contaminación ambiental.

Entre las técnicas para el tratamiento de las basuras encontramos: los rellenos sanitarios, programas de clasificación de basuras, prácticas de elaboración de compost y obtención de biogás. Las anteriores acciones aunque han servido para manejar la problemática de las basuras, no han sido suficientes para resolver el problema. Reflexionar sobre las anteriores prácticas contribuye a entender que en la solución de la problemática pueden y deben participar todas las personas, las familias, las organizaciones de los barrios, la industria, el comercio, entre otras.

## - Causas

Algunas de las causas por las cuales las basuras se convierten en un problema ambiental son: que se genera en forma continua, que se la procesa con sistemas inadecuados; que contiene una serie de productos que propician el desarrollo de microorganismos patógenos y de fauna transmisora de enfermedades; y que desprende sustancias tóxicas durante el proceso de descomposición de la materia orgánica.

La basura puede provocar incendios y la contaminación del agua, del suelo y del aire.

## - Efectos en los ecosistemas

La basura genera problemas ambientales que también se reflejan en la salud humana. Estas alteraciones repercuten en los organismos del medio porque alteran la estabilidad del ecosistema; provocan modificaciones en los ciclos biogeoquímicos y en las cadenas tróficas y la disminución de la fotosíntesis.



**Figura 33.** La basura modifica un ecosistema.

## - Medidas preventivas

Para prevenir los efectos de las basuras se pueden tomar en cuenta las siguientes medidas:

- Generar la menor cantidad posible.
- Evitar depositarla en sitios inadecuados.
- Separarla, de acuerdo con sus características, en orgánica (restos de vegetales, animales, etcétera) e inorgánica (plástico, vidrio, metales).
- Utilizar la basura orgánica para elaborar compost (fertilizante, producto de la degradación microbiana de la materia orgánica).
- Seleccionar los materiales inorgánicos, que puedan volverse a utilizar, por ejemplo: plástico, vidrio, etcétera.
- Depositar los materiales que no puedan reutilizarse en lugares previamente seleccionados por las autoridades correspondientes. Para seleccionar los lugares que habrán de

servir como depósitos de basura es necesario realizar estudios de suelo. Los sitios seleccionados deben localizarse lejos de fuentes de agua, poblaciones humanas y en lugares en donde los efectos sobre el ecosistema sean mínimos.

- Organizar los depósitos que ya existen. En caso de que hayan basureros a cielo abierto, y si estos son pequeños, es recomendable coleccionar la basura, colocarla y transportarla al lugar de disposición final que hayan determinado las autoridades; si los basureros son grandes, deberá tratarse de recuperar estos terrenos, por medio de cubiertas vegetales. Esto puede hacerse cubriendo la basura con una capa de suelo (el grosor de ésta depende de la cantidad de basura); es necesario dejar orificios para que los gases fluyan a la atmósfera.
- Tratar de no botar basura en quebradas, ríos o humedales, pues se puede afectar la vida acuática y producir enfermedades.
- Organizar o participar en campañas de recolección de basura reutilizable. Estas actividades pueden ayudar a limpiar un determinado lugar.
- Explicar a los familiares y vecinos todo lo relacionado con las basuras y sugerirles alternativas para aportar a la solución de esta problemática.



*Figura 34. Botadero de basuras a cielo abierto.*

## **Contaminación del agua**

Corresponde a la sesión GA 5.49 (84.1) ¡PILAS CON EL AGUA!

El agua es uno de los factores abióticos más importantes de los ecosistemas.

El agua interviene en las funciones biológicas; por ejemplo: la fotosíntesis y la respiración. Es un regulador de la temperatura ambiental y proporciona un medio para la vida de diversos organismos (algas, peces, tortugas, etcétera). El ser humano utiliza el agua en la agricultura, la industria, la ganadería y para sus necesidades domésticas.

## - Causas

Las actividades humanas y el crecimiento de la población generan necesidades que provocan el continuo crecimiento del consumo de agua. Durante su utilización el agua experimenta una serie de modificaciones en su sabor, olor y color. El resultado es la **contaminación del agua**. Esta situación daña los ecosistemas y se revierte contra las personas ocasionándoles grandes problemas de salud.

## - Principales contaminantes

El tipo de contaminación del agua depende del uso que se le dé. Así, por ejemplo, se tiene:

- Agua con contaminantes domésticos; por ejemplo: detergentes, insecticidas, basura y heces o excrementos.



**Figura 35.** Río contaminado por detergentes; puede observarse la espuma.

- Agua con contaminantes industriales, por ejemplo: colorantes, disolventes, metales, compuestos derivados del petróleo.
- Agua con contaminantes agrícolas, por ejemplo: insecticidas, fungicidas y fertilizantes.

El agua contaminada generalmente va a los océanos, ríos, lagunas o cualquier cuerpo acuático cercano a la fuente contaminante.

## - Efectos sobre los ecosistemas

La contaminación del agua origina una serie de alteraciones en los ecosistemas acuáticos; por ejemplo:

- La disminución de la fotosíntesis, debido a la muerte de los vegetales acuáticos y algas.
- Su deterioro, pues los plásticos o cualquier otro derivado del petróleo impiden el paso de la luz, requerida para realizar la fotosíntesis.

- Dificulta el intercambio de gases y afecta la concentración de oxígeno. Este último efecto lo provocan entre otros factores, el agua caliente y la oxidación de materia orgánica.
- Favorece la aparición de bacterias perjudiciales para la salud humana y el equilibrio del medio, pues secretan amoníaco, metano y otras sustancias que enturbian el agua y que además son fuente de malos olores.
- Provoca la desaparición de los ecosistemas que afecta, lo cual depende de la magnitud de los daños.
- Incrementa el crecimiento de poblaciones de cianobacterias debido al uso de detergentes y algunos fertilizantes. Algunas cianobacterias producen sustancias tóxicas y otras fabrican compuestos orgánicos que cuando reaccionan con el cloro (sustancia utilizada para purificar el agua) se transforman en compuestos potencialmente cancerígenos.

Los daños que la contaminación del agua produce en los ecosistemas acuáticos son innumerables. Sin embargo, no son los únicos afectados directa o indirectamente. Los ecosistemas terrestres también sufren severos daños. La conservación del agua es responsabilidad del ser humano.



**Figura 36.** Contaminación de ecosistemas marinos por residuos químicos que alteran la cantidad de sales del agua. Las sustancias químicas contaminantes dañan o matan a los organismos.

#### - **Medidas preventivas y de control**

Algunas **medidas** para evitar la **contaminación del agua** son:

- En las industrias y las ciudades poner en práctica programas de tratamiento de aguas. Estos tratamientos deben eliminar las sustancias tóxicas del vital líquido antes de reutilizarlo o de regresarlo a la naturaleza.
- En la agricultura evitar el uso desmedido de plaguicidas y fertilizantes inorgánicos.
- En el hogar:
  - Evitar el uso de detergentes, sustituyendo éstos por jabones de pastilla.
  - No arrojar desechos de cualquier tipo a los cuerpos de agua.



- Construir las letrinas lejos de los cuerpos acuáticos.
- Mantener limpios y tapados los depósitos de agua.
- Evitar fugas, manteniendo en buenas condiciones de funcionamiento las instalaciones que proporcionan el líquido.

## La contaminación del aire

Corresponde a la sesión de GA 5.50 (85.1) LA REGIÓN MÁS TRANSPARENTE

El aire es otro de los factores abióticos importantes para los ecosistemas. El **aire puro** es una mezcla de gases y está compuesto de nitrógeno (78%), oxígeno (21%) y otras sustancias (argón, dióxido de carbono, vapor de agua y ozono) que forman el 1%.

El oxígeno del aire participa en funciones vitales tan importantes como la respiración; además de su papel biológico, el aire es importante porque transmite el sonido, filtra y amortigua los rayos del sol, dispersa la luz, y participa en la regulación de la temperatura. El aire es un elemento vital para la gran mayoría de los organismos que habitan la Tierra.

### - Causas

A lo largo de los siglos, la humanidad ha generado compuestos que se han acumulado en el aire; la industrialización ha incrementado notablemente la **contaminación atmosférica**.

La principal fuente de contaminación atmosférica es la combustión de los productos derivados del petróleo y del carbón. Las fábricas, centrales termoeléctricas, refinerías, los aviones, camiones y automóviles utilizan como combustible tales derivados.



**Figura 37.** Contaminación del aire.

La incineración de residuos sólidos, basuras y materias fecales es otra fuente de contaminación. El aire contaminado así es portador de microorganismos patógenos que constituyen también un riesgo para la salud.

En locales cerrados, los fumadores incrementan el problema de la contaminación del aire porque actúan como una fuente más.



**Figura 38.** Ejemplos de algunos productos que contaminan.

#### - Agentes contaminantes del aire

Los contaminantes atmosféricos consisten en partículas pequeñas suspendidas de diversas composiciones. Entre los principales componentes están el dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ), monóxido de carbono (CO), ozono ( $\text{O}_3$ ), monóxido de nitrógeno (NO), óxido ferroso (FeO).



**Figura 39.** Los principales contaminantes atmosféricos son CO,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{O}_3$ , NO y FeO.

Otros contaminantes del aire son los organismos patógenos que generan la basura y el fecalismo al aire libre, tanto de humanos como de animales.

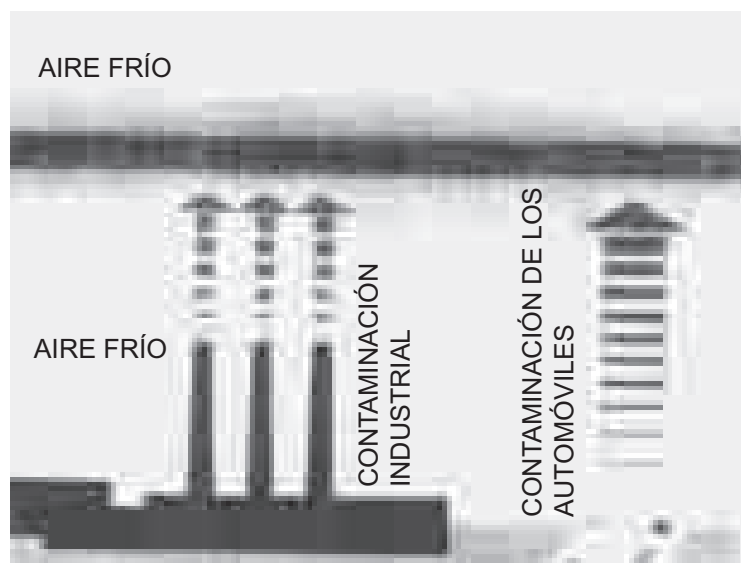
#### - **Efectos de la contaminación atmosférica**

Existen algunos fenómenos naturales que debido a la presencia de partículas contaminantes se vuelven peligrosos. Esto sucede con la lluvia, la cual se torna ácida cuando algunos gases, como el dióxido de azufre y el monóxido de nitrógeno que produce la combustión del carbón, entran en contacto con el agua atmosférica y forman ácidos muy tóxicos. Estas lluvias ocasionan daños a la fauna y flora, incluido el ser humano, y a las construcciones.

En términos generales, puede afirmarse que la contaminación del aire deteriora los ecosistemas. Por ejemplo, la fotosíntesis, que requiere el dióxido de carbono, se intensifica cuando aumenta este gas, pero después esta tendencia se invierte, con lo cual se disminuye el oxígeno atmosférico.

#### - **Inversiones térmicas**

La inversión térmica, como fenómeno natural no constituye ningún peligro y consiste en la interrupción del movimiento vertical del aire. Este fenómeno se presenta cuando una capa de aire caliente está sobre otras de aire frío. El movimiento natural del aire se paraliza por un tiempo indefinido hasta que no cambien las condiciones atmosféricas y se restablezca el movimiento vertical del aire.



**Figura 40.** Fenómeno de inversión térmica.

Las inversiones térmicas representan un problema cuando ocurren en un lugar donde hay muchas partículas contaminantes y duran muchas horas o días. Este fenómeno afecta la salud humana y el bienestar de otros organismos y se presenta principalmente en las ciudades y sus alrededores. En las ciudades como Bogotá, las características geográficas aumentan el problema.

## - **Medidas preventivas y de control**

Las **medidas preventivas** que ayuden a disminuir la **contaminación atmosférica** pueden ser de varios tipos.

- Medidas que requieren apoyo o vigilancia gubernamental:
  - Establecer y controlar el uso de filtros en las chimeneas industriales.
  - Controlar y disminuir el número de vehículos.
  - Mejorar la calidad de las gasolinas.
  - Establecer y controlar medidas sanitarias para evitar problemas de agua y basura que eventualmente pudiesen contaminar.
- Medidas que pueden aplicarse en forma individual:
  - No quemar basura, llantas, etcétera.
  - Mantener los automotores en buenas condiciones de funcionamiento.
  - Evitar el abuso en el uso del automóvil.
  - Utilizar letrinas.
  - Evitar la acumulación de basuras en sitios cercanos a la población o en sitios cercanos a cuerpos de agua.

## **La contaminación del suelo**

Corresponde a la sesión de GA 5.51 (86.1) CON EL ÁNIMO POR LOS SUELOS

El **suelo** está compuesto por material separado de las rocas, debido a factores físicos como la luz, temperatura, humedad, etcétera. En el suelo también hay materiales de origen biológico que provienen de los restos de plantas y animales.



**Figura 41.** Avance de la erosión.

La materia orgánica se descompone hasta transformarse en sustancias sencillas que se integran al suelo y lo enriquecen. Estas sustancias las utilizan las plantas para fabricar, mediante la fotosíntesis, sustancias orgánicas.

Cuando otros organismos consumen plantas, aquellos aprovechan las sustancias que éstas contienen. Cuando los organismos mueren actúan sobre ellos los descomponedores que, finalmente, reintegran las sustancias al suelo. Todo este proceso conforma un **ciclo**.

Cuando el ciclo se rompe, los suelos pierden su fertilidad y se vuelven improductivos. Las acciones de las personas han contribuido al rompimiento del ciclo.

#### - **Causas**

Los suelos se han deteriorado por la eliminación de la cubierta vegetal –lo cual ha provocado su erosión– o bien por el uso excesivo de sustancias químicas (fertilizantes, herbicidas, etcétera) o desechos que los seres vivos no pueden utilizar y que por lo tanto se acumulan (basura doméstica, industrial, residuos radiactivos).

La acumulación de desechos químicos de fábricas o industrias forman en el suelo una costra de sustancias químicas que vuelven estéril el terreno. Los cultivos en zona de pendiente y el pastoreo que impide la reposición de pastos también lo afectan.

#### - **El problema de la basura**

La cantidad y tipo de residuos sólidos que se producen están relacionados, como ya se ha dicho, con el tamaño de la población, su estilo de vida y el tipo de actividades que desarrollan.

El depósito y acumulación de basura en el suelo favorecen el desarrollo de agentes patógenos perjudiciales que provocan en el hombre enfermedades gastrointestinales como la amibiasis.



**Figura 42.** La aglomeración de basura provoca la acumulación de agentes patógenos.

La basura está constituida por dos tipos de desechos:

- Desechos orgánicos: restos de frutas, comida, pasto. Éstos pueden ser reutilizados para la elaboración de abonos como el compost. El papel también puede aprovecharse.
- Desechos inorgánicos: botellas de vidrio, plástico, latas. Algunos tienen la capacidad de ser reciclables como el caso del vidrio, el aluminio y el papel.

Otro factor que contamina el suelo es la defecación al aire libre, tanto de los humanos como de los animales.

El viento transporta las bacterias y huevecillos que se presentan en la materia fecal contaminando así el agua y los alimentos.

Las actividades de explotación minera son, más que contaminadoras, destructoras del suelo. Los sobrantes de los procesos mineros crean problemas especiales. En muchos casos, los ácidos se filtran hacia las aguas subterráneas y las contaminan. En otros casos, la tierra que cubre las minas abandonadas se hunde, lo que provoca daños en los asentamientos humanos que existen en el lugar.

#### - **Medidas preventivas y de control**

Para **evitar la contaminación de los suelos** es necesario considerar varios puntos; por ejemplo:

- Evitar la generación de basura o generar la menor cantidad posible. Para evitar su producción es necesario utilizar sólo los productos indispensables.
- Evitar el consumo de alimentos que utilice una gran cantidad de envolturas desechables.
- No tirar la basura en lugares que no estén destinados para ello.
- Mantener los depósitos de basura tapados.
- Promover el establecimiento de basureros municipales para facilitar el manejo de la basura y su reutilización. En caso de que no haya un consorcio de limpieza y planta de tratamiento, son aconsejables las siguientes medidas:
  - Separar la basura orgánica de la inorgánica.
  - Promover el uso de las letrinas.
  - Proteger e incrementar las áreas verdes.
  - Reutilizar, después de lavarlos, materiales como frascos, bolsas, etcétera.

## **La actividad humana y la biodiversidad**

Corresponde a la sesión de GA 5.52(87.1) EXTINCIÓN DE ESPECIES

Toda la vida en la Tierra forma parte de un gran sistema donde participan los factores abióticos (suelo, aire, agua) y los bióticos (todos los seres vivos).

La especie humana influye sobre los procesos básicos del planeta, la destrucción de la capa de ozono, la contaminación y el cambio de clima son testimonio de ello.

Uno de los elementos de los ecosistemas que ha resultado particularmente afectado por las actividades humanas es la **biodiversidad**.

La biodiversidad se ha estado deteriorando de manera impresionante en las últimas décadas. Desde la época en que se extinguieron los dinosaurios, hace 65 millones de años, no se habían extinguido tantas especies en tan poco tiempo.

Los bosques y selvas tropicales albergan entre un 50% y un 90% de los cerca de 30 millones de especies que viven en la Tierra.

Cerca de 17 millones de hectáreas de bosques tropicales son desmontados anualmente en el mundo para destinarlas a actividades agrícolas de explotación maderera y ganadera.



**Figura 43.** La ganadería es uno de los principales factores de la pérdida de la biodiversidad.

En los bosques tropicales la pérdida de especies es entre mil y diez mil veces mayor que antes de la intervención humana. Los científicos estiman que si persiste este ritmo de deforestación, del 5% al 10% de las especies de bosques tropicales pueden entrar en un proceso de extinción en los próximos treinta años. Esta tendencia puede dejar para el año 2050 sólo la mitad de todas las especies tropicales.



**Figura 44.** Bosque tropical talado.

La biodiversidad de los sistemas marinos y de agua dulce está sujeta a severos procesos de degradación. Los sistemas marinos sufren graves cambios ecológicos y una sobreexplotación de muchas de sus especies. Estos ecosistemas también padecen grandes problemas de contaminación.

Por ejemplo, las tortugas y las aves marinas y los tiburones son especies que producen pocas crías, por lo que su captura excesiva limita su capacidad de reproducción. En el caso de los ecosistemas de agua dulce, éstos sufren los efectos de una sobreexplotación de sus especies; la introducción de especies exógenas (que no son nativas del lugar); modificaciones de hábitat (como la construcción de represas), y la contaminación química y térmica. Todo esto ha provocado la extinción de un numeroso grupo de especies.

A nivel mundial existen registros de más de 700 casos de extinción de especies de vertebrados, invertebrados y plantas vasculares.

La pérdida de la biodiversidad es consecuencia de la explotación desmedida que la especie humana ha hecho de los recursos naturales para proseguir un determinado modelo de desarrollo económico. A medida que se advierten las consecuencias de dicha explotación, se hace más evidente que las principales causas de la crisis de la biodiversidad radican en el modo de vida de la sociedad.

Los modos de vida de diversas sociedades provocan un aumento de la población, lo cual ha generado fuertes presiones sobre los recursos naturales. Estas presiones se manifiestan en los grandes problemas que representan la emisión de productos contaminantes hacia la atmósfera, el suelo y los cuerpos de agua.

La tala inmoderada de los bosques y selvas, la agricultura y ganadería, el sobrepastoreo y la disminución de hábitat de las especies propician la extinción gradual de éstas.



**Figura 45.** Bosque de abetos afectado por la tala inmoderada.

Todos los factores enumerados hasta el momento han ocasionado una disminución gradual de la biodiversidad.



Para conservar la biodiversidad y diseñar una estrategia que permita hacerlo, es preciso analizar las causas que generan el deterioro en un determinado ecosistema. Una vez reconocido el problema, debe crearse conciencia acerca de los valores de la estrategia e iniciar una labor de participación que abarque desde la escuela hasta la comunidad y la región.

Algunas de las acciones aconsejables son la creación de bancos de semillas silvestres, jardines botánicos, huertas escolares, zoológicos, etcétera. También es recomendable orientar las acciones sobre el aprovechamiento y conservación de los recursos. Por ejemplo, si en una región se comercializa una especie animal por medio de la captura, tal vez se podría montar zocriaderos, lo que aumentaría el beneficio económico. Todas estas medidas y las que en cada localidad puedan idearse y ponerse en práctica pueden ayudar a la conservación de la biodiversidad de cada región.

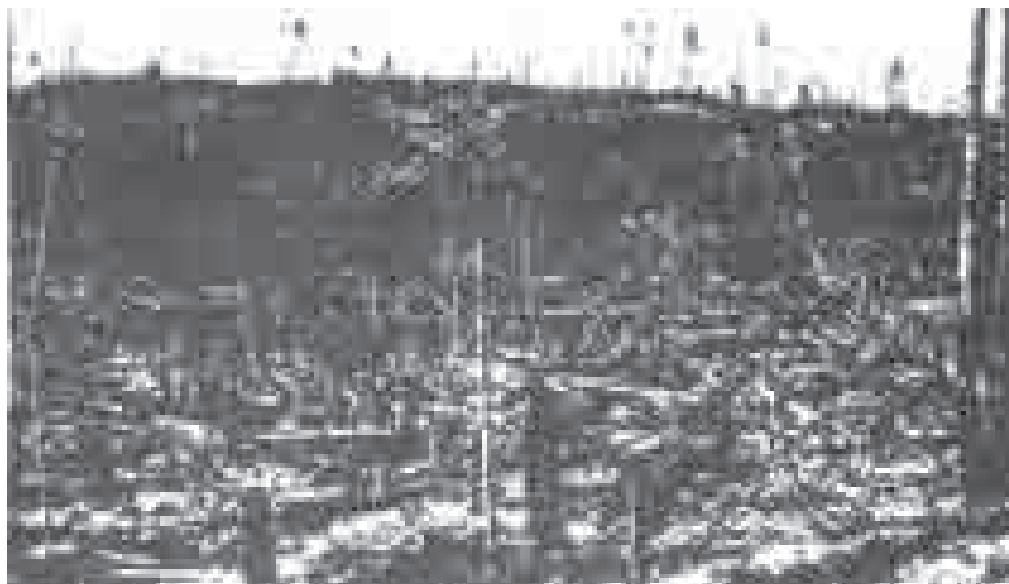
## **Sobreexplotación de los recursos naturales**

**Corresponde a la sesión de GA 5.53 (88.1) SI ABUSAS... SE ACABAN**

Colombia es un país con una enorme riqueza ecológica porque cuenta con la mayoría de los principales tipos de ecosistemas de la Tierra. Sin embargo, el aprovechamiento inmoderado de los recursos naturales ha causado un grave deterioro ambiental que se refleja en la disminución no sólo de especies sino también de grandes ecosistemas. Por ejemplo, la construcción de vías nacionales llevan a la desaparición de importantes ecosistemas.

Los aprovechamientos forestales, agropecuarios, acuíferos, petrolíferos y pesqueros son, entre otros, factores que inciden con fuerza en el deterioro ambiental.

La explotación de los recursos naturales es una actividad que causa enormes y graves transformaciones en los ecosistemas naturales. También tienen efectos en las etapas de extracción, transformación, distribución y consumo.



**Figura 46.** Explotación inmoderada de los recursos naturales.

## Deforestación

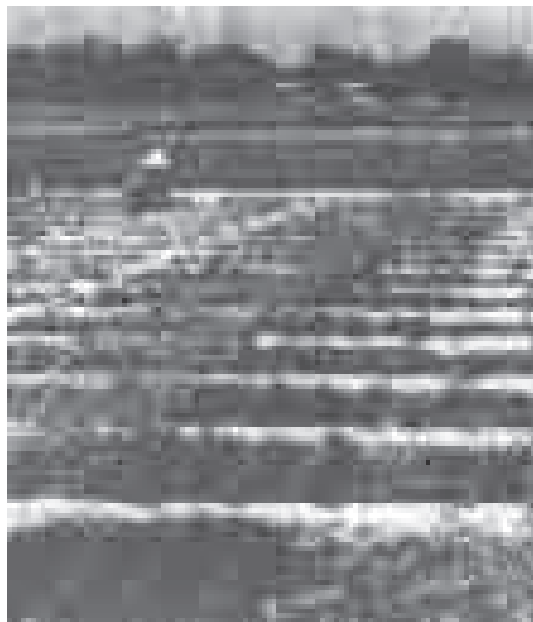
La deforestación es alarmante a nivel mundial. En los últimos 30 años se talaron aproximadamente dos millones de kilómetros cuadrados, superficie superior a la del territorio colombiano.



**Figura 47.** La deforestación es alarmante a nivel mundial.

En Colombia, la tala inmoderada ha provocado que las selvas y bosques montanos en el 90% hayan sido deforestados.

La explotación de recursos forestales persigue intereses puramente económicos, por lo tanto sólo algunas especies son utilizadas y las demás se talaron para que el área quede totalmente desmontada, es decir, libre de árboles.



**Figura 48.** Producción de monocultivos.

El área desmontada se utiliza para la producción de monocultivos que durante dos o tres

cosechas producen grandes ganancias. Sin embargo, el terreno termina convirtiéndose en un suelo pobre de nutrientes y las siguientes cosechas son raquílicas e incosteables, aun cuando se les suministre abonos y fertilizantes.

## Ganadería

En Colombia existen dos tipos de **ganadería**: la **extensiva** y la **intensiva**.

La **ganadería extensiva** se practica en grandes extensiones territoriales, las cuales pueden tener hasta más de veinte mil hectáreas. En las zonas tropicales primero se talan las áreas que se utilizarán, es decir el medio se daña antes y durante el establecimiento del ganado. En las zonas áridas y semiáridas del deterioro ambiental, se inicia, generalmente, a partir del establecimiento del ganado, lo que a largo plazo modifica y daña los ecosistemas.



**Figura 49.** Ganadería extensiva.

La ganadería **intensiva** se realiza en grandes corrales rotatorios que cuentan con pastos cultivados o en corrales donde al ganado se le suministra el forraje. Este tipo de ganadería requiere menor espacio.

La práctica de la ganadería intensiva produce daños en el lugar donde se establecen los corrales porque modifica el medio de vida con la introducción de maquinaria, abonos y fertilizantes para los cultivos. Además, el ganado requiere alimentos balanceados, por lo que otras áreas boscosas o selváticas deben desmontarse para producir sorgo, por ejemplo.

Como todo esto no basta, casi la mitad de la producción pesquera, sardinas, etcétera, se destina a la elaboración del alimento para ganado.



*Figura 50. Ganadería intensiva.*

## **Mantos acuíferos, ríos y lagos**

En Colombia, principalmente en las ciudades (Bogotá, Santiago de Cali, Medellín), las cantidades de agua que se están utilizando cada día son mayores. La consecuencia directa de esta situación es que la mayoría de los principales ríos de cada ciudad están muy contaminados con desechos industriales y urbanos.



*Figura 51. Los desechos industriales, agrícolas y domésticos contaminan las cuencas hidrográficas.*

La sobreexplotación de los mantos acuíferos ha proporcionado el aumento del contenido de sales del suelo, lo que ha vuelto improductivas muchas hectáreas y dañado, además, a los ecosistemas naturales.

El uso indiscriminado de este recurso ha perturbado distintos cuerpos de agua, como lagunas, lagos, ríos y mares, así como extensas zonas de suelo agrícola, cultivos y la atmósfera.



**Figura 52.** Se ha perturbado el mar por la contaminación industrial, agrícola, doméstica, etcétera.



**Figura 53.** La actividad petrolera perturba los ecosistemas.

El daño a los cuerpos de agua ha afectado actividades como la pesca, la ganadería y la agricultura.

## El mar

El aprovechamiento de los recursos marinos también altera los ecosistemas. Los barcos pesqueros que capturan atún o sardina y los camaroneros, también atrapan otras especies como delfines, pulpos y calamares. La sobreexplotación del atún y las sardinas provoca grandes alteraciones en los ecosistemas marinos porque contribuyen a la muerte de muchas otras especies.



*Figura 54. Los aprovechamientos pesqueros dañan los ecosistemas marinos.*

## **5.7 RELACIONES ENTRE EL ECOSISTEMA Y LA CULTURA**

Corresponde a la sesión de GA 5.54(89.1) LAS ALTERNATIVAS

### **La toma de conciencia**

En los últimos decenios, habitantes de todo el mundo han comenzado a preocuparse por el deterioro ambiental. Esto ha fomentado el surgimiento, a lo largo y ancho del planeta de grupos dedicados a la protección y conservación del ambiente. Los esfuerzos de estos grupos y la observación del medio son las voces de alerta.

Debido a la preocupación generalizada por la conservación del ambiente, se han establecido formas de protección como reforestaciones, tratamiento de aguas y utilización de filtros, por parte de las industrias, entre otras.



*Figura 55. Trabajos de protección de suelo.*

Es necesario que todas las personas y todos los gobiernos tomen conciencia sobre estos fenómenos y después emprendan, urgentemente, acciones para conservar el medio y se construya así una nueva **ética ambiental** que permita a las personas pensar y repensar la calidad de sus relaciones con el ambiente global.

Finalmente cabe señalar que si la explotación desmedida de los recursos naturales continúa, en un corto tiempo tanto el país como el planeta estarán en peores condiciones, pero si actuamos éticamente en relación con el ambiente, las generaciones presentes y futuras también podrán disfrutar de los bienes de la naturaleza. A esto se le llama **desarrollo sostenible**.

## 5.8 LAS ECOTECNOLOGÍAS

Corresponde a la sesión de GA. 5.54 (89.1) LAS ALTERNATIVAS

El deterioro de las condiciones naturales de los ecosistemas aumentó desde la Revolución Industrial, pero no es sino hasta los últimos años que se ha intentado disminuir esta degradación mediante el establecimiento de legislaciones ambientales.

Uno de los aportes más significativos a la lucha por la conservación del ambiente y sus recursos es la incorporación o adecuación de los procesos tecnológicos de producción primarios (agropecuarios, pesqueros y forestales) y secundarios (industriales y de servicios) a los requerimientos ambientales.

Para subsistir, toda sociedad desde la más primitiva hasta la más desarrollada, requiere apropiarse de los recursos naturales para sustentar su desarrollo.

El aprovechamiento de los recursos naturales puede hacerse de diferentes maneras. El hombre aplica estrategias tecnológicas para utilizar los recursos naturales y fabricar los productos que necesita. Sin embargo, en la actualidad ha desarrollado tecnologías y conocimientos que han alterado la estructura y composición de los ecosistemas.



**Figura 56.** El hombre modifica el ambiente.

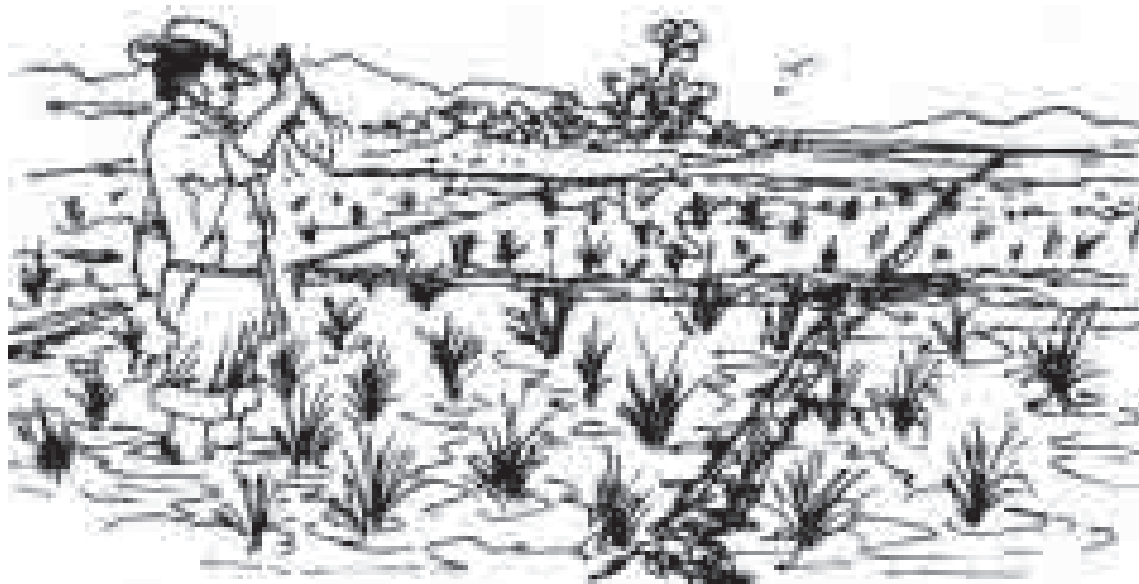
La tecnología constituye uno de los elementos más importantes en el desarrollo económico de una sociedad. El resultado de una estrategia más acorde para la protección y conservación de los recursos naturales es la **ecotecnología** o **tecnologías limpias**. Éstas son una aplicación de la tecnología que toma en cuenta el ambiente y el aprovechamiento racional y sostenible de los recursos naturales.

## Características de las ecotecnologías

La ecotecnología toma en cuenta las problemáticas locales y pretende desarrollar proyectos que resuelvan las necesidades de una población.

La **ecotecnología** procura recuperar en cada región las prácticas tecnológicas autóctonas, las cuales han sido preservadas por las comunidades durante siglos y transmitidas mediante tradición oral. La ecotecnología también pretende el intercambio y adecuación de tecnologías de otras regiones, es decir, busca la transferencia y adecuación de tecnologías de otros países considerando las condiciones imperantes en cada región.

Las ecotecnologías o tecnologías limpias o tecnologías apropiadas son estrategias diseñadas para satisfacer necesidades reales de una comunidad sin deteriorar el ambiente; sus características son varias:



**Figura 57.** Prácticas autóctonas de cultivo de arroz y peces.

- Son prácticas y económicas, es decir, requieren pocos recursos financieros. Buscan ser autofinanciables, ya que emplean, en la medida de sus posibilidades, los recursos locales.
- Evitan sobreexplotar los recursos naturales para poder utilizarlos en el futuro, es decir, buscan respetar el equilibrio ecológico.



- Generan empleos, usan los materiales locales, contrarrestan la compra de tecnología extranjera, respetan las formas de organización en la comunidad, generan procesos de producción eficientes y evitan una excesiva supervisión y mantenimiento.

## Proceso de aplicación

La aplicación de las ecotecnologías requiere, en primer lugar, **identificar los problemas** que padece la comunidad.

El segundo paso es **iniciar la capacitación** por medio de cursos. La finalidad de éstos es el proceso de apropiación, es decir, hace que la gente se apropie, haga suya la ecotecnología o tecnologías limpias.

Por último, **se diseñan técnicas propias** que pueden utilizarse en el problema detectado. Si alguna es aceptada debe intentarse distribuirla entre varios individuos.

Cuando las ecotecnologías se ponen en práctica es muy posible que otros individuos, al ver los resultados, se interesen en ellas.

## Ejemplos de ecotecnologías

Existen diferentes tecnologías apropiadas aplicadas para distintos fines:

**Ecotecnología agrosilvícola.** Ésta permite el uso de la tierra y el fomento del desarrollo comunitario (su unión optimiza los recursos para la producción), atiende los problemas ambientales relevantes y mejora el nivel de vida de la población.

Estas tecnologías incorporan, en el mismo suelo, especies de árboles a un sistema de producción de alimentos, es decir, establece una serie de interacciones entre los componentes



**Figura 58.** Cultivos simultáneos de peces y patos en una granja integral autosuficiente.

del sistema (cultivos de plátano y café; animales y árboles, etcétera) y el ambiente físico con el objeto de obtener una mayor y más diversificada producción – a partir de los recursos disponibles –, lo que no es posible si solamente se cultivara un solo producto.

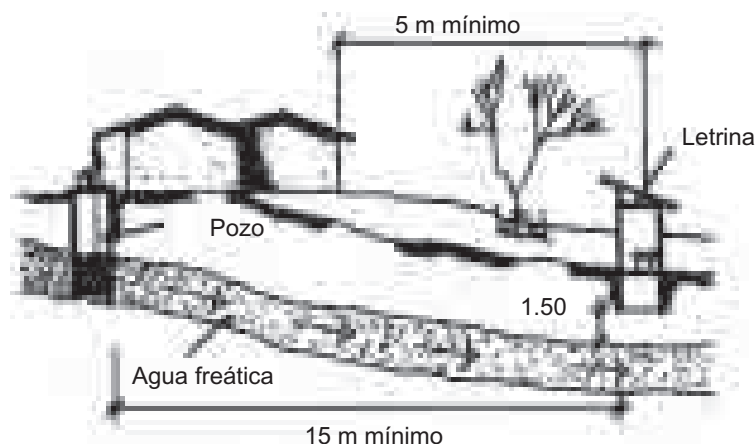
La ecotecnología agrosilvícola tiende a conservar el suelo porque evita su erosión y recupera el suelo perdido. Esto puede lograrse cultivando una asociación de limón-palma-pasto, limón-palma-maíz, limón-palma-pasto-ganado o pino-cedro-cultivos (frijol-papa, frijol-maíz).

**Granjas integrales autosuficientes.** Éstas pueden ser manejadas por una familia o una comunidad organizada. Un ejemplo son las granjas del Padre Luna y las granjas de Hogares Juveniles Campesinos, que se dedican a la explotación integral de productos para el autoabastecimiento. Estas ecotecnologías representan una alternativa de producción, principalmente para grupos de población de bajos recursos económicos, ya que los productos pueden cubrir las necesidades alimentarias.

Otra ventaja de las granjas integrales es que aumenta los ingresos económicos, lo que redundará en beneficio para la familia y la comunidad. Desde el punto de vista ecológico, pueden aprovecharse los desechos orgánicos de vacas, cerdos, aves y huertas, mediante un sencillo tratamiento, para fertilizar el agua y obtener mejores cosechas de peces.

**Letrinas.** Éstas se utilizan en lugares donde no hay drenaje y se presenta el problema de la materia fecal al aire libre. Esta práctica fomenta la reducción de numerosas enfermedades.

Existen diferentes tipos de letrinas en cuyos diseños se han tomado en cuenta el clima, el tipo de suelo, el nivel de las aguas en los suelos, los recursos económicos y el tipo de propiedad en los terrenos, colectivo o individual. Algunos ejemplos son la letrina discontinua de fosa seca, la letrina elevada de fosa impermeable, etcétera.



**Figura 59.** Ubicación correcta de una letrina.

**Biodigestores.** Algunas comunidades enfrentan la pérdida de la fertilidad del suelo, y para solucionarlo se ha desarrollado esta ecotecnología, acompañada de la fabricación de compost.

Por medio de estas ecotecnologías se manejan residuos sólidos orgánicos que son sometidos a la descomposición sin oxígeno, para obtener un lodo o abono orgánico y biogás para cocinar.

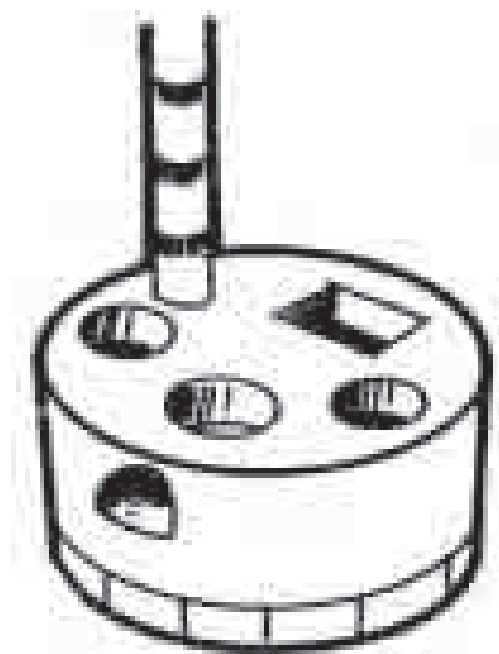
Este producto (lodo o abono) mejora la fertilidad del suelo, dio origen a la agricultura orgánica; ésta sólo usa fertilizantes orgánicos, como estiércol y residuos vegetales, y rechaza fertilizantes inorgánicos o químicos.

El biodigestor trabaja con estiércol o excrementos mezclados con desechos de cosechas o pastos finamente picados, que se fermentan con ausencia del aire, produciendo un gas combustible, que puede aprovecharse para cocinas.

**Estufa Lorena.** En la búsqueda de soluciones para los problemas relacionados con el uso irracional de los recursos naturales se emplean diferentes tecnologías. El bosque, aparte de sufrir la tala inmoderada de sus árboles, es víctima de otro tipo de actividades; por ejemplo: la utilización de su suelo para sembrar y la extracción de sus rocas para construcción o de su madera para usarla como combustible. Esta última práctica se agudiza en aquellos lugares en donde no existen otros combustibles, como gas o petróleo.

Por lo tanto, la ecotecnología llamada estufa Lorena, diseñada para cocinar los alimentos, representa una alternativa para aquellas personas cuya única fuente de combustible es la madera. Los materiales con que se construye la estufa, lodo y arena funcionan como termo porque retienen durante mayor tiempo el calor.

La estufa Lorena ahorra la mitad de la leña utilizada normalmente. Si bien esta ecotecnología no resuelve el problema de deforestación, sí ayuda a disminuir el daño que provoca a las zonas arbóreas porque se requiere una menor cantidad de leña para el consumo doméstico.



**Figura 60.** Estufa Lorena.

El siguiente metarrelato nos ayuda a complementar las ideas anteriores de una manera global:

## EL CAMBIO CLIMÁTICO

### EL CAMBIO CLIMÁTICO

La relación no adecuada que ha tenido el ser humano, con los recursos naturales, ha traído como consecuencias muchos problemas en el ambiente. Entre ellos podríamos mencionar el cambio climático, que es producido principalmente por la acumulación de una serie de gases en la atmósfera, entre los cuales encontramos: el **dióxido de carbono**, que es el gas producido en el proceso de respiración de los seres vivos, además se produce en la quema de derivados del petróleo. El otro es el **metano**, que se está produciendo en grandes cantidades y el ecosistema no lo puede reciclar en forma natural. Todo lo anterior ha llevado a un aumento en el cambio de temperatura, lo cual se ha reflejado en: el cambio en el régimen de las precipitaciones, cambios en la distribución de las especies y finalmente el derretimiento de los hielos polares, aumentando el nivel del mar y afectando principalmente las poblaciones costeras. Sin embargo, el **vapor de agua** es un gas importante en el ciclo del agua.

El vapor de agua tiene la capacidad de absorber una parte importante de la radiación infrarroja, que desde la Tierra se devuelve al espacio, evitándose así el excesivo calentamiento de ésta.

Este gas en la atmósfera se ha incrementado, porque las grandes extensiones de bosque no pueden ingerirlo todo en el proceso de fotosíntesis.

Este gas se origina por efectos de fermentación desde los pantanos y arrozales. También a través del proceso de fermentación digestiva en algunos animales.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS

**Abeto:** especie de pino propio de las altas montañas, de tronco recto y elevado, copa cónica de ramas horizontales.

**Abiótico:** componente o condición del ecosistema que no es vivo, como por ejemplo la luz, el calor, la precipitación...

**Abono orgánico :** es la mezcla descompuesta de desechos tanto animales como vegetales, producida por acción de microorganismos.

**Ácido nucleico:** sustancia orgánica que contiene la información genética de los seres vivos; están presentes en el núcleo.

**Adicción:** dependencia, hábito que degenera la actividad biológica del cuerpo creando males. Enfermedad.

**ADN (ácido desoxirribonucleico):** presente dentro del núcleo de la célula y contiene el código de los caracteres hereditarios.

**Afótica:** zona de cualquier masa de agua, donde no llega la luz solar.

**Agronomía:** conjunto de conocimientos aplicables al cultivo de la tierra.

**Altitud:** altura de un lugar con relación al nivel del mar.

**Amibiasis:** enfermedad de aparato digestivo, producido por las amebas.

**Aminoácidos:** estructuras básicas de las proteínas; contienen carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno.

**Amoníaco:** gas incoloro con olor irritante, soluble en agua, usado como materia prima en los abonos.

**Anemia:** enfermedad del sistema circulatorio, causada por disminución de glóbulos rojos.

**Angiosperma:** plantas con semillas incluidas en el fruto; poseen flores.

**Arcilla:** mineral presente en las capas del suelo.

**ARN (ácido ribonucleico):** presente dentro de la célula y dirige la síntesis de las proteínas celulares.

**Arterioesclerosis:** es una anomalía en una arteria y sus síntomas dependen del nivel de reducción del flujo sanguíneo.

**Artrópodo:** animales invertebrados, con cuerpo con simetría bilateral, formado por una serie de segmentos colocados en forma longitudinal y provisto de apéndices articulados.

**Atmósfera:** masa gaseosa que rodea la Tierra.

**ATP:** adenosín trifosfato; es una molécula que almacena energía en la célula.

**Autoperpetuación:** mecanismo propio de los seres vivos para la supervivencia y prolongación de la especie.

**Autótrofo:** organismo que sintetiza sus propios alimentos.

**Bacteria:** microorganismo unicelular que presenta diferentes formas.

**Baño maría:** técnica utilizada para calentar las cosas, sin colocarlas directamente al fuego, sino utilizando el vapor de agua.

**Basura:** desechos tanto de origen orgánico como inorgánico que no se pueden volver a utilizar, pero que en algunos casos son reciclables.

**Bentos:** fauna y flora del fondo del mar, de los ríos y los lagos.

**Biodegradable:** todo cuerpo o sustancia que se deja descomponer o degradar por microorganismos hasta convertirse en sustancias simples, aprovechables por otros organismos.

**Biomoléculas:** moléculas complejas presentes en los seres vivos, formadas en grupos.

**Biosfera:** capa terrestre donde habitan los seres vivos.

**Biótico:** componente o condición del ecosistema que tiene vida, en especial la fauna, la flora, entre otros.

**Biotopo:** espacio conformado por todas las condiciones fisicoquímicas del suelo, el agua y la atmósfera, necesarias para la vida.

**Bosque:** sitio poblado con gran cantidad de árboles de diferentes especies. Éstas dependen de la localización geográfica.

**Cadena trófica:** sucesión de organismos productores y consumidores.

**Carbohidratos:** grupo de sustancias compuestas por carbono, hidrógeno y oxígeno que existen en grados variables de complejidad. Son fundamentales para el funcionamiento de los seres vivos.

**Catástrofe:** suceso inesperado de la naturaleza.

**Caudal:** cantidad de agua que mana o corre.

**Ciclo biogeoquímico:** conjunto de operaciones, cambios y transformaciones que se dan durante el paso de algunos elementos químicos como el carbono y el nitrógeno, desde los seres vivos hasta el suelo y desde éste hasta los seres vivos.

**Ciénagas:** cuerpo de agua que se comunica con el mar.

**Ciperácea:** familia de plantas monocotiledóneas.

**Clorofila:** pigmento verde de las plantas, que se acumula especialmente en las hojas.

**Coacervados:** es una agrupación de moléculas de proteínas, rodeada por una envoltura densa; se consideran como un modelo estático del protoplasma de las células actuales.

**Cocción:** acción de cocer o cocerse. Proceso por el cual se preparan los alimentos.

**Combustión:** conjunto de los fenómenos que acompañan la combinación de un cuerpo con el oxígeno.

**Cometas:** cuerpo celeste que va acompañado de una atmósfera en forma de cola luminosa, que describe una órbita.

**Compost:** abono orgánico elaborado con tierra, cal y residuos vegetales y animales.

**Condensación:** proceso a través del cual se pasa de estado líquido a estado sólido.

**Constipación:** cerramiento de los poros impidiendo la transpiración.

**Contaminación:** la presencia excesiva en el ambiente global, de sedimentos, venenos, desechos, residuos, sustancias, gases, polvos, hollines, sabores, olores, radiación, ruidos y demás contaminantes, o cualquier combinación o mezcla nociva de éstos, que alteren, deterioren o perjudiquen el ambiente, la calidad de vida y la salud de los seres vivos y que, por su velocidad de penetración, exceden la capacidad de la naturaleza para procesarlos.

**Cromosomas:** estructuras portadoras de caracteres hereditarios, localizadas en el núcleo celular y visibles durante la división.

**Cultivos hidropónicos:** cultivo de plantas en soluciones de nutrientes sin emplear la tierra como sustrato.

**Deforestación:** despojar o quitar de un terreno la vegetación.

**Deglución:** acción de deglutir. Ingerir los alimentos. Alimentarse.

**Desarrollo sostenible:** aquel que busca que los frutos del desarrollo sean aprovechados equitativamente por las generaciones actuales y futuras, teniendo en cuenta la variable ecológica, la diversidad natural y cultural.

**Descomposición:** separación o desintegración que tienen los cuerpos, por acción de hongos o bacterias.

**Desertificación:** proceso erosivo que convierte tierras fértiles en desiertos.

**Desierto:** lugar arenoso, de temperatura elevada, con muy poca flora y fauna.

**Detergentes:** sustancias generalmente espumosas que se utilizan para lavado de ropa y para limpiar objetos. En Colombia, la gran mayoría no son biodegradables, por lo cual son contaminantes.

**Diabetes:** enfermedad caracterizada por excesiva secreción de orina, que con frecuencia contiene azúcar o glucosa.

**Dicotiledóneas:** plantas con semillas, cuya estructura está formada por dos segmentos o cotiledones.

**Dióxido de carbono:** compuesto formado por oxígeno y carbono; es el producto de la respiración de los seres vivos.

**Ebullición:** es cuando se somete un líquido al calor, hasta que aquél empiece a evaporar.

**Electrodo:** cuerpo con carga eléctrica.

**Embrión:** estructura a partir de la cual se desarrolla un ser vivo.

**Enclava:** formación rocosa, formada por dos porciones formando una muesca.

**Endemismo:** nombre que se le da a las especies vegetales y animales propias de una región.

**Energía:** eficacia, poder, vitalidad, poder para obrar, de los seres vivos.

**Enzima:** son proteínas especiales que están presentes en todos los seres vivos, y que son fundamentales para las reacciones químicas, ya que las aceleran o retardan.

**Eón:** espacio o transcurso de tiempo muy largo, que se utiliza para determinar la edad de la Tierra.

**Equiseto:** planta sin flores, cuya reproducción es por esporas.

**Ericácea:** plantas dicotiledóneas, de flores vistosas y frutos dehiscentes, como el brezo.

**Erosión:** desmoronamiento producido en la corteza terrestre por acción de agentes como el agua y el aire.



**Escorbuto:** enfermedad general ocasionada por la falta o secases en la alimentación de ciertas vitaminas, que se caracteriza por una alteración especial de las encías y por fenómenos de debilidad general.

**Espora:** órgano reproductor de las plantas sin flores, como los helechos.

**Esterilizar:** destruir las bacterias o gérmenes presentes en un lugar u objeto.

**Excremento:** materia fecal de los animales y el ser humano.

**Fertilizante:** abono que se utiliza para mejorar la calidad de la tierra.

**Fitoplancton:** vegetales acuáticos muy pequeños que flotan libremente.

**Flagelos:** cualquier filamento largo y delgado de un organismo, especialmente el filamento único o los filamentos múltiples que surgen de la superficie de muchos protozoarios.

**Floema:** tejido que distribuye el alimento producido en las hojas hacia las otras partes de la planta.

**Forraje:** pasto verdoso o seco que se le da al ganado.

**Fósil:** resto de planta o animal petrificado, que se utiliza como evidencia para el estudio de la evolución.

**Fótica:** zona de cualquier masa de agua donde llega la luz solar.

**Fotosíntesis:** proceso de fabricación de sustancias alimenticias complejas a partir de otras más sencillas, que se llevan a cabo en las plantas verdes.

**Fuerza de gravedad:** es la fuerza de atracción que ejerce el centro de la Tierra, sobre los cuerpos.

**Gametos:** células que intervienen en el proceso de reproducción sexual.

**Gammaglobulinas:** anticuerpos formados por proteínas; su función es destruir elementos extraños en el cuerpo.

**Gimnosperma:** plantas cuyas semillas no están en el interior del fruto; no tienen flores.

**Glándulas:** órganos especiales (o en ocasiones grupos de células o células individuales) que producen y segregan diversas sustancias.

**Glucógeno:** o almidón animal, carbohidrato complejo. Se almacena en el hígado o en los músculos.

**Hábitat:** es el lugar donde vive un organismo.

**Halofítica:** planta que vive en el suelo con un alto contenido de sal.

**Helechos:** plantas con partes semejantes a raíces, tallos y hojas.

**Helio:** elemento químico gaseoso, incoloro, presente en la atmósfera.

**Hidrógeno:** elemento gaseoso, presente en el aire.

**Hidrosfera:** conjunto de masas de agua líquida del globo terráqueo.

**Hongos:** grupo taxonómico con categoría de reino, que comprende especies sin clorofila, que viven sobre materia orgánica en descomposición o son parásitos de vegetales y animales.

**Ictiosaurio:** especie de reptil gigantesco (entre pez y lagarto) que vivió en el período Cretácico.

**Incineración:** proceso por el cual se reduce cualquier sustancia a cenizas.

**Inferencia:** sacar ideas o deducir una cosa de otra.

**Infusión:** acción de extraer de las sustancias orgánicas las partes solubles en agua, mediante el sumergimiento de ellas en este líquido a altas temperaturas.

**Inorgánico:** cualquier cuerpo que no posee órganos para la vida.

**Insecticidas:** sustancia química que sirve para eliminar insectos.

**Jugo gástrico:** es producido por glándulas gástricas del revestimiento del estómago hacia el estómago. Inicia la degradación de proteínas.

**Lago:** gran extensión de agua rodeada de tierra.

**Larva:** es un estado o estadio primario que presentan algunos animales en su desarrollo, para luego convertirse en adulto.

**Latitud:** distancia de un lugar al ecuador de la Tierra.

**Leguminosa:** plantas dicotiledóneas herbáceas o leñosas.

**Letrina:** lugar destinado para expeler en él los excrementos.

**Levadura:** nombre genérico de ciertos hongos unicelulares de forma ovoide.

**Licopodios:** plantas con hojas, tallos y raíces muy pequeñas; se desarrollan en lugares húmedos.

**Lípidos:** sustancia orgánica llamada comúnmente grasa.

**Lisosomas:** sacos redondeados que contienen enzimas potentes.

**Litosfera:** envoltura rocosa que constituye la corteza exterior sólida de la Tierra.

**Locomoción:** capacidad que tienen algunos seres vivos para trasladarse de un lugar a otro.

**Llanuras:** extensiones grandes de tierra de forma plana.

**Materia:** sustancia extensa e impenetrable, susceptible de toda clase de formas.

**Matorrales:** formaciones de arbustos, matas o malezas en el campo.

**Matraz:** vasija de forma redonda, en vidrio, con cuello angosto y recto.

**Medicina :** ciencia que estudia la constitución y funcionamiento del ser humano y de los animales, a fin de prever, diagnosticar y curar sus enfermedades.

**Melastomátacea:** familia de plantas dicotiledóneas tropicales, de flores vistosas y fruto en baya.

**Menú:** lista de alimentos de una comida.

**Metabolismo:** conjunto de procesos que tienen lugar en el organismo y cuyas consecuencias son el crecimiento, la producción de energía y la eliminación de los productos de desecho.

**Metano:** compuesto formado por carbono e hidrógeno; es un gas inflamable y se produce en los procesos de descomposición.

**Meteorito:** masa mineral que proviene de los espacios interplanetarios.

**Micras ( $\mu$ ):** unidad que designa cantidades muy pequeñas, equivalente a la milésima parte de un milímetro.

**Microorganismo:** organismo muy pequeño que sólo se puede observar a través del microscopio.

**Microscopio:** instrumento óptico destinado a observar microorganismos extremadamente pequeños, o estructuras orgánicas.

**Molécula:** la parte más pequeña que puede existir de un compuesto, en el cual dos o más átomos permanecen unidos por un enlace químico.

**Monocotiledóneas:** plantas cuya semilla está formada por una sola estructura o cotiledón.

**Montano:** relativo a todo los elementos que conforman la montaña.

**Morbilidad:** característica de índole infecciosa que padece enfermedades o las ocasiona.

**Mortalidad:** característica de una población que se refiere a la cantidad de individuos que mueren en un tiempo determinado.

**Musgo:** planta sin flores, muy pequeñas, crecen formando capas sobre las rocas y los troncos.

**Necton:** conjunto de especies animales, que por poseer movilidad son capaces de desplazarse con independencia de las corrientes de agua.

**Nitrógeno:** elemento gaseoso que hace parte del aire y es fundamental en la composición de los seres vivos.

**Nutrientes:** los factores esenciales de la dieta alimentaria; como carbohidratos, grasas, proteínas, vitaminas y minerales.

**Océano:** gran extensión de agua salada, que cubre las tres cuartas partes de la Tierra.

**Organelo:** una de las partes internas de la célula.

**Orgánico:** cuerpos con elementos para el desarrollo de la vida.

**Ósmosis:** movimiento de las moléculas de un disolvente a través de una membrana semipermeable.

**Ozono:** gas presente en la atmósfera, muy importante porque sirve de filtro de la luz solar.

**Páncreas:** glándula con funciones de glándula digestiva y glándula endocrina.

**Perenne:** que dura cierto tiempo sin caer o que vive muchos años.

**Placenta:** órgano que se forma en el período de gestación; es la envoltura que protege el embrión.

**Placodermos:** primeros animales con mandíbulas similares a los peces cubiertos de escamas.

**Plagas:** organismos que afectan las cosechas en la agricultura; ejemplo: la langosta.

**Plancton:** animales y plantas acuáticas microscópicas que forman colonias, ocupando grandes espacios en lagos y mares.

**Pluricelular:** organismo formado por muchas células.

**Pluvial:** es la cantidad de agua que se precipita en un lugar.

**Precipitación:** proceso a través del cual el agua condensada en las nubes llega a la Tierra, a través de la lluvia.

**Predicción:** anunciar por revelación, ciencia o conjetura, algo que sucederá.

**Preservativos:** sustancias químicas utilizadas en algunos alimentos para conservarlos en buen estado por un tiempo determinado.

**Proteínas:** grupos de sustancias formadas por unidades más sencillas, los aminoácidos, importantes para el desarrollo del organismo.

**Recursos naturales:** bienes que existen en la naturaleza para su aprovechamiento racional por cuanto constituyen patrimonio común de la humanidad.

**Refinería:** complejo industrial donde se refina un producto; ejemplos: petróleo, azúcar, etcétera.

**Río:** corriente de agua dulce bastante considerable que desemboca en otro río o en el mar.

**Rizoides:** raíces filiformes que se anclan en una superficie, en lugar de introducirse en el suelo.

**Rubiácea:** plantas dicotiledóneas herbáceas o leñosas, hojas sencillas y frutos muy variados, como el café.

**Sales:** sustancias resultantes de sustituir total o parcialmente hidrógeno de los ácidos, por metales.

**Selva:** terreno extenso de bosque con gran diversidad de plantas y animales.

**Sobrenatural:** fenómeno extraordinario que no es controlado por el ser humano.

**Supranatural:** manifestaciones que se dan a partir de lo espiritual.

**Tejido adiposo:** está formado por sustancias grasas y se encuentra por debajo de la dermis.

**Temperatura:** grado de calor en los cuerpos o en el ambiente, y se registra en grados centígrados.

**Tóxico:** sustancia venenosa.

**Trilobite:** crustáceo marino fósil de cuerpo ovalado y dividido en tres segmentos.

**Trófico:** se refiere a las relaciones de alimentación que se dan entre los organismos.

**Útero:** es una parte del aparato reproductor de las hembras mamíferas y donde se desarrolla el embrión.

**Vacuolas:** organelos que parecen burbujas, contienen agua, líquidos y materiales de desecho o alimento.

**Vénulas** (venas pequeñas): éstas a su vez se originan a partir de los capilares.

**Víbora:** serpiente de pequeño tamaño, color gris, manchas negras y cabeza en forma triangular, muy venenosa.

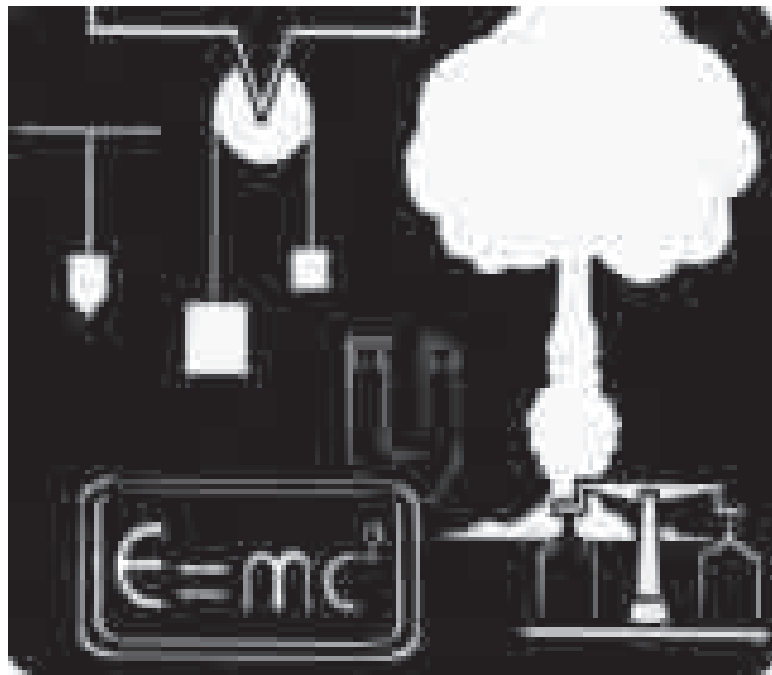
**Xerófilas:** plantas propias de climas muy secos, y presentan modificaciones, como espinas; ejemplo: las hojas se convierten en espinas para no perder agua, como en los cactus.

**Xilema:** tejido que transporta el agua y los minerales disueltos a través de la planta.

## BIBLIOGRAFÍA

- ÁNGEL , Augusto, *El retorno a la Tierra*, 3er. Cuaderno Ambiental, Ministerio de Educación e IDEA, Santafé de Bogotá, 1993.
- BEJARANO, César A. y otros, *Descubrir 7*, Grupo Editorial Norma Educativa, Bogotá, 1995.
- MAHECHA, Emilio, *Fundamentos y metodología para la identidad de plantas*, Proyecto Biopacífico, Instituto Humboldt Colombia, Editorial Lerner Ltda., Bogotá, 1997.
- MENDIETA, Jeemmy y otros, *Ciencias, exploremos la naturaleza 7*, Editorial Prentice Hall de Colombia, Bogotá, 1996.
- SAMACÁ, Nubia, *Ciencias naturales 7*, Editorial Santillana, Siglo XXI, Bogotá, 1999.
- STOCKLEY, Corinne, *Diccionario de biología*, Grupo Editorial Norma, Bogotá, 1996.
- SUGDE, Andrew, *Diccionario ilustrado de botánica*, Editorial Círculo de Lectores, Bogotá, 1984.
- TÉLLEZ, Catalina y otros, *Ciencia en construcción 7*, Editorial Oxford University Press, Bogotá, 1998.

# FÍSICA, QUÍMICA Y AMBIENTE





# ESTRUCTURA CURRICULAR FÍSICA, QUÍMICA Y AMBIENTE

CONCEPTOS BÁSICOS	SESIONES DE APRENDIZAJE Y VIDEO
<b>Capítulo 1</b> <b>HORIZONTES DE LA FÍSICA, LA QUÍMICA Y EL AMBIENTE</b>	<b>Núcleo Básico 1</b> <b>HORIZONTES DE LA FÍSICA, LA QUÍMICA Y EL AMBIENTE</b>
1.1 Diagnóstico 1.2 La física y la química como ciencias 1.3 Principales avances de la física y la química 1.4 Ciencias que se relacionan con la física y la química 1.5. Metodología de la física y la química y sus relaciones con el ambiente 1.6. Historia de la ciencia: un investigador destacado 1.7 Historia de la ciencia: la ciencia evoluciona 1.8 Proyecto	1. ¿Con qué cuento? 2 (1.2-F) ¿Es una ciencia la física? 3. (2.2-F) ¿Para qué sirve la física? 4. (4.2-Q) Se mete con todas 5. (5.2-F) ¿Cómo aprender la ciencia? 6. August Kekulé 7. (6.2-Q) De la alquimia a la química 8. (5.2-Q) ¿Cómo será el futuro?
<b>Capítulo 2</b> <b>LA QUÍMICA Y TÚ</b>	<b>Núcleo Básico 2</b> <b>LA QUÍMICA Y TÚ</b>
2.1 Química de los cuerpos celestes 2.2 Química en los organismos vivos 2.3 Química en el hogar 2.4 Materiales naturales y productos sintéticos 2.5 Fuentes de energía 2.6 Combustión 2.7 Efervescencia 2.8 Fermentación	9. (7.2-Q) La química en el Universo 10. (8.2-Q) La química de tu cuerpo 11. (9.2-Q) Qué sabor tan científico 12. (10.2-Q) El trabajo de la naturaleza 13. (11.2-Q) Al calor de la ciencia 14. (12.2-Q) La cosa está que arde 15. (14.2-Q) Qué burbujas 16. (15.2-Q) Como que huele mal 17. (18.2-Q) Química por doquier
<b>Capítulo 3</b> <b>NOCIONES BÁSICAS DE ENERGÍA</b>	<b>Núcleo Básico 3</b> <b>NOCIONES BÁSICAS DE ENERGÍA</b>
3.1. Tipos de energía 3.2. Características de los imanes 3.3. Fenómenos electromagnéticos 3.4. Circuitos eléctricos 3.5. Propagación del calor 3.6. Dilatación de los cuerpos 3.7. El termómetro	18. (73.1) Distintos poderes 19. (74.1) Los atractivos 20. (75.1) Cambios ocultos 21. (76.1) Círculos corrientes 22. (77.1) Comunica el ardor 23. (80.1) Crecen con la hoguera 24. (82.1) Sube y baja la bolita

CONCEPTOS BÁSICOS	SESIONES DE APRENDIZAJE Y VIDEO
<p style="text-align: center;"><b>Capítulo 4</b> <b>INTERACCIÓN ENTRE LA MATERIA Y LA ENERGÍA</b></p> <p>4.1. Cambios físicos y químicos 4.2. Combustión y elasticidad 4.3. Cambios de estado de la materia 4.4. Sustancias puras 4.5. Mezclas 4.6. Métodos de separación de mezclas 4.7. Elementos químicos 4.8. Simbología química 4.9. Compuestos químicos</p>	<p style="text-align: center;"><b>Núcleo Básico 4</b> <b>INTERACCIÓN ENTRE LA MATERIA Y LA ENERGÍA</b></p> <p>25. (85.1) No cambian 26. (86.1) Sí cambian 27. (87.1) Quema 28. (88.1) Estira 29. (89.1) Cambia porque cambia 30. (90.1) También cambia 31. (91.1) Peligroso, pero cambia 32. (54.2-Q) No todos son libres 33. (92.1) Juntos y revueltos 34. (49.2-Q) La separación no provoca daño 35. (50.2-Q) No todos pasan 36. (51.2-Q) Al separarse quedan igual 37. (52.2-Q) Formando cristales 38. (53.2-Q) Esto era humo 39. (55.2-Q) Simplemente importante 40. (56.2-Q) ¿Cuál es tu nombre? 41. (58.2-Q) Las caras que presentan</p>
<p style="text-align: center;"><b>Capítulo 5</b> <b>ORGANIZACIÓN DE LA MATERIA</b></p> <p>5.1. El átomo 5.2. Hipótesis atómica ( Dalton) 5.3. Molécula 5.4. Fórmulas químicas 5.5. Modelo atómico de Bohr 5.6. Los isótopos 5.7. Masa atómica y masa molecular</p>	<p style="text-align: center;"><b>Núcleo Básico 5</b> <b>ORGANIZACIÓN DE LA MATERIA</b></p> <p>42. (62.2-Q) Chiquito pero picoso 43. (63.2 -Q) Buscando repuestas 44. (65.2-Q) Pequeña y similar 45. (67.2-Q) No es mágica 46. (68.2-Q) La luz es la luz 47. (69.2-Q) Son casi iguales 48. (70.2-Q) La masa sí pesa</p>
<p style="text-align: center;"><b>Capítulo 6</b> <b>SIN FUERZAS NO HAY NADA</b></p> <p>6.1. Vectores 6.2. Efectos de una fuerza 6.3. Suma y resta vectorial 6.4. Representación del movimiento físico 6.5. Interpolación y extrapolación en gráficas 6.6. El movimiento rectilíneo 6.7. La velocidad y sus variables 6.8. Gráficas para resolver problemas 6.9. Fuerza centrípeta</p>	<p style="text-align: center;"><b>Núcleo Básico 6</b> <b>SIN FUERZAS NO HAY NADA</b></p> <p>49. (45.2-F) Representantes de la fuerza 50. (46.2-F) Estudio a fuerzas 51. (47.2-F) Aplicando los vectores 52. (41.2-F) Haciendo gráficas 53. (42.2-F) Mediar y prever 54. (49.2-F) Cambio de lugar 55. (50.2-F) ¡Pura velocidad! 56. (52.2-F) A ver cuándo me alcanzas 57. (53.2-F) Parece que te creo</p>

CONCEPTOS BÁSICOS	SESIONES DE APRENDIZAJE Y VIDEO
<p>6.10. Movimiento circular uniforme  6.11. El movimiento acelerado  6.12. El movimiento acelerado y su representación  6.13. Gravedad terrestre  6.14. Historia de la ciencia: Galileo Galilei  6.15. Caída libre de los cuerpos  6.16. Fuerzas y movimientos</p>	<p>58. (54.2-F) La rueda de la fortuna  59. (55.2-F) Corro, vuelo y me acelero  60. (56.2-F) ¿Cómo me pinto?  61. (57.2-F) A la Tierra le gustan los pesos  62. (58.2-F) ¿Los gordos caen más aprisa?  63. (59.2-F) Todo lo que sube, baja  64. (60.2-F) Va de nuevo</p>
<p style="text-align: center;"><b>Capítulo 7</b>  <b>NEWTON, SU MANZANA Y SU ENERGÍA</b></p> <p>7.1. La energía como origen del movimiento  7.2. Las leyes de Newton (1ª y 2ª )  7.3. Acción y reacción (3ª ley de Newton)  7.4. Algo más sobre las leyes de Newton  7.5. Manifestaciones de la energía  7.6. El trabajo mecánico  7.7. Energía potencial  7.8. Energía cinética  7.9. Ley de la conservación de la energía  7.10. La materia es energía  7.11. Transformación de la energía</p> <p><b>Lecturas complementarias: Historia de la ciencia</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lavoisier y la polémica del flogisto</li> <li>• Dalton y su teoría atómica</li> <li>• Bohr y su modelo atómico</li> <li>• Isaac Newton, un gigante en hombros de gigantes</li> <li>• Albert Einstein, el genio creador</li> </ul> <p>Glosario de términos científicos y tecnológicos  Bibliografía</p>	<p style="text-align: center;"><b>Núcleo Básico 7</b>  <b>NEWTON, SU MANZANA Y SU ENERGÍA</b></p> <p>65. (62.2-F) El movimiento perpetuo  66. (63.2-F) ¿Por qué se mueven?  67. (64.2-F) Todo va y viene  68. (65.2-F) ¿Se pueden violar las leyes de Newton? I.  69. (66.2-F) ¿Se pueden violar las leyes de Newton? II.  70. (67.2-F) ¿Se pueden violar las leyes de Newton? III.  71. (68.2-F) Todo es energía  72. (69.2-F) Trabajo sin paga  73. (70.2-F) El resorte y su energía  74. (71.2-F) Sin energía no hay movimiento  75. (72.2-F) Sólo se transforma  76. (73.2-F) Eternamente energética  77. (74. 2-F) ¡Hagamos energía! I  78 . (77.2-F) ¡Hemos avanzado!  79 . (78.2-F) Armando las piezas</p>

# INTRODUCCIÓN

El presente curso de física, química y ambiente tiene como objetivo fundamental el estudio de los fenómenos naturales que suceden a tu alrededor. A través de él, podrás ampliar tus conceptos y tu visión sobre objetos, eventos y procesos del mundo natural. Entre otras cosas, aprenderás sobre aquellos fenómenos en los que intervienen la materia y la energía en todas sus manifestaciones: conservación de la energía, calor, algunas fuerzas en la naturaleza, leyes sobre el movimiento, electricidad y magnetismo, modelos atómicos, cambios de estado de la materia, la relación entre los fenómenos naturales y la influencia de los seres humanos sobre el equilibrio natural y el entorno, entre otros.

Sabemos que el ser humano, a lo largo de su historia, se ha organizado socialmente de diferentes maneras en la búsqueda de condiciones más favorables que permitan una mejor forma de vida. Sin embargo, no siempre lo ha logrado y los beneficios de la ciencia aún no han llegado a todos. Por esto, el curso de física, química y ambiente es importante para tu formación, pues es, ha sido y esperamos que sea en tu caso, una herramienta para conocer y mejorar nuestro mundo.

Nosotros, los que hacemos y revisamos estos textos, estamos seguros de que no se requiere un talento especial para aprender física y química y su relación con el ambiente, sólo una buena disposición para tratar de entender los fenómenos naturales, además de constancia en los hábitos de estudio, que te permitirá comprender y aplicar los conocimientos que aquí se ofrecen. Estamos seguros de que de este modo saldrás adelante no sólo en física, química y ambiente, sino en todas tus áreas y asignaturas.

Con los conocimientos de física, química y ambiente que aquí encontrarás, puedes lograr un objetivo muy importante: la formación de una actitud científica, es decir, que ante cualquier fenómeno, idea o discurso, analices cuáles son sus causas, que investigues cuáles son sus fundamentos y desarrollos, para que, a partir de ellos, puedas deducir sus efectos y comprobar así que todo lo que existe tiene una causa, un desarrollo y una consecuencia.

La física y la química son ciencias experimentales, por lo que, en este curso, realizarás prácticas de laboratorio para “interrogar” a la naturaleza con el fin de mejorar o dar mayor fiabilidad a tus hipótesis, utilizando materiales sencillos que se encuentren en tu colegio y en tu comunidad.

De manera particular, esperamos que el aprendizaje de la física y química te proporcione los elementos necesarios para planear cómo lograr que estas ramas de la ciencia nos ayuden a mantener el equilibrio ecológico. Este estudio te dará el fundamento necesario para que formules un propósito en forma de proyecto, el cual puede llevarse a cabo en el transcurso del año escolar. Esperamos que al término del curso veas cristalizado dicho proyecto en una clara realidad.

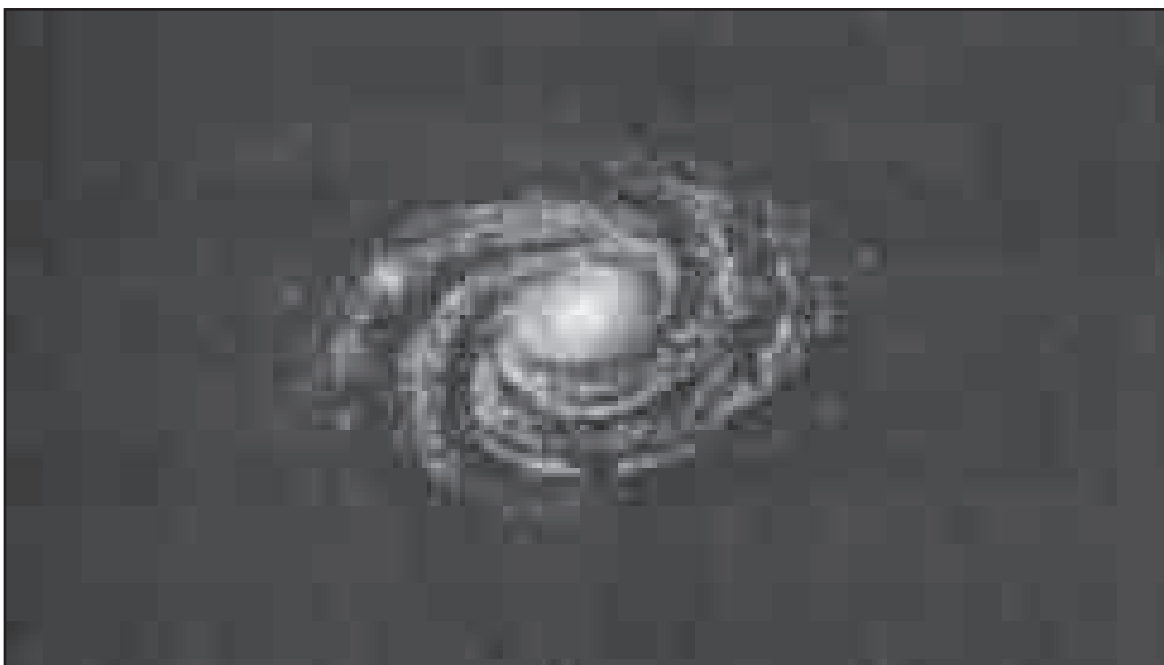
Al realizar tus lecturas y demás actividades, es probable que encuentres palabras nuevas, consulta su significado en el **glosario de términos científicos y tecnológicos** que figuran al final de este libro o en tu diccionario, coméntalos y trata de incorporarlos a tu lenguaje.

Nuestro interés principal es contribuir a tu formación personal mediante la construcción de un pensamiento científico, la creación y práctica de hábitos, actitudes y competencias que logres desarrollar a partir del estudio de estas ciencias.

LOS AUTORES

## Capítulo 1

# HORIZONTES DE LA FÍSICA, LA QUÍMICA Y EL AMBIENTE



¿Es posible que el ser humano viva sin los beneficios de la ciencia? Lo más probable es que sí; sin embargo, su vida sería tan primitiva como la de sus ancestros de hace muchos miles de años. Pero aunque ello sea probable, tú debes saber que la capacidad para fabricar herramientas, utensilios e incrementar la fuerza aplicada fue lo que diferenció al ser humano de los demás animales. La necesidad de satisfacer su alimentación y vestido, y de mejorar su forma de vida, fue lo que poco a poco lo obligó a entender y explicar los fenómenos de su entorno y, de esta manera, a desarrollar la actividad científica, es decir, a hacer ciencia.

*“La ignorancia niega o afirma rotundamente; la ciencia duda”.*

**VOLTAIRE**

## 1.1 DIAGNÓSTICO

### Corresponde a la sesión de GA 1.1 ¿CON QUÉ CUENTO?

La evaluación inicial o diagnóstica tiene como propósito saber si el estudiante cuenta con las competencias básicas que le permitan desempeñarse adecuadamente en las actividades de aprendizaje que se proponen en este curso u otras que le presentará su experiencia personal.

Se considera que es de suma importancia para el estudiante y para el profesor identificar, a través de un diagnóstico adecuado, el estado de desarrollo con que los estudiantes llegan al grado séptimo y con base en ese estado, continuar el proceso de desarrollo integral, quien es, a su vez, el centro de la enseñanza y del aprendizaje.

No se trata de asignarte una nota o una calificación, sino de valorar tus fortalezas y debilidades conceptuales, para que a partir de allí procures nivelar tus conocimientos y estés siempre listo para seguir adelante. Así pues la evaluación que vas a presentar será una ocasión para aprender aún más.

## 1.2 LA FÍSICA Y LA QUÍMICA COMO CIENCIAS

### Corresponde a la sesión de GA 1.2 (1.2-F) ¿ES UNA CIENCIA LA FÍSICA?

Una de las preocupaciones del ser humano, desde que cobró conciencia de sí mismo, ha sido dejar huella de su paso por el mundo y, a la vez, transmitir los conocimientos a sus descendientes; este proceso ha permitido crear toda la cultura existente por miles y miles de seres humanos que han poblado este planeta.

Hoy en día, la mayoría de los conocimientos registrados desde los elaborados por aquellos hombres y mujeres que tallaron una piedra para crear la primera herramienta, hasta los de aquellos científicos que hicieron posible que el hombre se posara en la Luna, constituyen lo que conocemos como ciencia. Así pues, **al conjunto de conocimientos ordenados y sistematizados cuyo propósito es explicar la realidad, se le conoce como producto de la ciencia, en tanto que la forma como se construyen tales conocimientos constituye el proceso de investigación científica o proceso de la ciencia.**

La física y la química, constituidas por toda una serie de conocimientos concatenados, es decir, que dependen unos de otros, explican aquellos fenómenos en los que interactúan la materia y la energía y determinan también el porqué de sus causas y efectos, motivo por el cual se afirma, con toda seguridad, que la física y la química son ciencias hermanas.

De este modo, aquellos fenómenos producidos por el movimiento de los cuerpos, la luz, el calor, la electricidad, el sonido y el magnetismo, así como por los medios atómicos, constituyen la esencia del campo de estudio de la física, razón por la cual se define como **la ciencia que estudia las manifestaciones de la materia y las transformaciones de la energía**. El estudio de la estructura de los átomos, la formación de compuestos, la nomenclatura, propiedades y transformaciones de las sustancias, el fundamento de la electricidad y la radiactividad, entre otros, constituyen la esencia del campo de estudio de la química, por lo que se define como **la ciencia que estudia la estructura, propiedades y transformaciones de la materia, así como los cambios energéticos involucrados en dichas transformaciones**.

Muy ligadas a la física y la química se encuentran otras ciencias como la biología, la geología, la astronomía y la geografía que en conjunto estudian los llamados fenómenos naturales y ambientales, y su ayuda hace que sea más clara, lógica y sencilla la comprensión de los fenómenos propios de la física y la química. Otra ciencia fundamental para el desarrollo de las ciencias naturales son las matemáticas, sin las cuales sería imposible establecer sus leyes y principios.

En el momento que una persona, ante un fenómeno cualquiera, trata de buscar y explicar las causas que lo originan, está asumiendo una actitud científica, pues no existe un solo fenómeno que no sea efecto de otros, llamados causas. Cuando se buscan ambos, causas y efectos, ya sea por medio de la investigación o la experimentación se está adquiriendo una actitud y un pensamiento científicos, fundamentales ambos para aprender y hacer ciencia.

## **Ciencia, tecnología, sociedad y ambiente**

Mientras la ciencia busca las causas y los efectos de los fenómenos, establecidos en las leyes que los determinan, con énfasis en lo teórico y lo experimental, la tecnología se encarga también de buscar las causas y los efectos en los fenómenos, pero el énfasis lo hace en la aplicación práctica de tales conocimientos en el mundo de la vida, creando y construyendo aparatos, herramientas y dispositivos que facilitan la vida del ser humano.

Por ejemplo, Joule estableció la relación que existe entre el calor y el trabajo mecánico, lo cual es ciencia; las teorías y los principios físicos y químicos (ciencia) que fueron llevados a la práctica, creando y construyendo la máquina de vapor, que es un producto de la tecnología. El énfasis, es precisamente, lo que diferencia la ciencia de la tecnología.

### **¿Qué es la tecnología?**

La tecnología es el conjunto de ciencia, técnica y arte que permite crear y utilizar cosas. Los seres humanos han mostrado una gran habilidad para transformar los materiales



naturales del mundo en máquinas, herramientas y sistemas que hacen más fácil su existencia. El ser humano es capaz de definir nuevas necesidades, buscar la forma de satisfacerlas y sacar partido incluso de los descubrimientos accidentales. Por ejemplo, el descubrimiento del fuego y de su capacidad para transformar la arcilla en cerámica o las rocas en metal, hicieron posible el mundo tal como lo entendemos en la actualidad. La creación de objetos empieza por su diseño, por la definición de qué es lo que se quiere y cómo se puede obtener. Producir algo que funcione bien, cueste poco y sea atractivo para el consumidor es un arte netamente humano y propio de la tecnología.

La aplicación de la tecnología tiene implicaciones en el ambiente, tanto físico como sociocultural. Los productos de la tecnología nos traen grandes beneficios para el mejoramiento de nuestra condición de vida, pero el mal uso de la tecnología puede llevar a la destrucción de nuestro planeta. Y nuestra mayor preocupación debe ser darle a ella el mejor uso posible con el objeto de mantener y preservar el equilibrio ecológico y ambiental. La tecnología, al igual que la ciencia, es una creación humana.

Como ejemplos de productos de la tecnología tenemos, en el ámbito del transporte: la rueda, el motor, la locomotora y el avión; en las comunicaciones: la plumilla, la imprenta, el teléfono, la computadora, los satélites; en la industria: la cerámica, el vidrio, tracción (como la bicicleta) y compresión (como las bombas de agua); en la medicina: el bisturí, las pinzas, endoscopios, los rayos X y el escáner; en actividades de entretenimiento: grabadoras y reproductores de sonido y vídeo.

A pesar de los anteriores beneficios de la tecnología, ésta ha causado un impacto ambiental negativo, de grandes proporciones, como es el caso de la contaminación del aire, del agua y del suelo, por el inadecuado manejo de los desechos industriales, hospitalarios, domésticos, radiactivos, agropecuarios, motores de combustión, entre otros, uso indiscriminado de materiales no retornables y no biodegradables; la inadecuada utilización de los recursos naturales para extraer la materia prima para la elaboración del papel, el vidrio, el plástico y elementos metálicos. El gran reto de la tecnología es procurar el bienestar humano sin detrimento de la salud y conservando el equilibrio ambiental, para lo cual se necesita crear “tecnologías limpias”.

La tecnología ha empleado organismos microscópicos, en la fabricación de la cerveza y la producción de pan se utiliza la levadura, las bacterias pueden desarrollarse en la leche transformándola en queso, se cultivan hongos para fabricar antibióticos y fuentes de proteínas. Todo lo anterior se realiza dentro de un campo llamado biotecnología. El avance más importante en el ámbito de la biología ha sido descifrar el genoma humano y entender la estructura del ADN (ácido desoxirribonucleico) como la molécula esencial para la vida.

## 1.3 PRINCIPALES AVANCES DE LA FÍSICA Y LA QUÍMICA

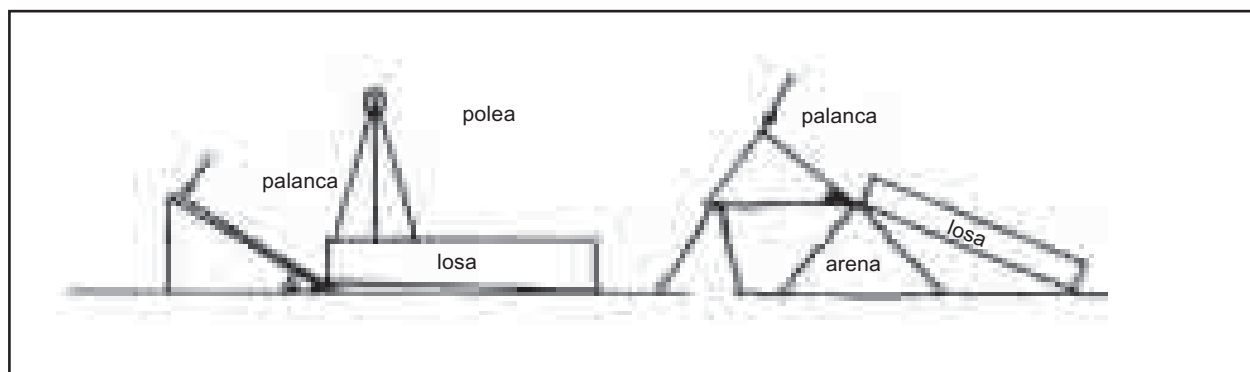
### Corresponde a la sesión de GA 1.3 (2.2-F) ¿PARA QUÉ SIRVE LA FÍSICA?

Con el auge de la arqueología, desde mediados del siglo XIX, y con la difusión de la comunicación a través de revistas, libros, periódicos, televisión e internet, la gente estuvo y está al tanto de los descubrimientos de antiguas culturas o testimonios a lo largo y ancho de todo el planeta.

Se habla de impresionantes ruinas en Mesoamérica, al norte de Africa, en la India y en el norte de China. Sin embargo, debido en gran medida a que no se han podido encontrar los planos de muchas de estas magnificas obras, hubo quienes con exceso de imaginación y subestimando la inteligencia de nuestros antepasados, afirmaron que las pirámides de Egipto o las de Teotihuacán fueron construidas por inteligencias ajenas a ellos.

Hoy se sabe, gracias a experimentos llevados a cabo por científicos japoneses, que las pirámides de Egipto, por ejemplo, bien pudieron ser construidas por los egipcios empleando para ello mucha mano de obra (esclavos), tecnología (basada en palancas y poleas) y un buen equipo de matemáticos que hicieron los cálculos correspondientes.

Levantar losas cuya masa excedía las seis toneladas era tarea que se efectuaba comúnmente hace más de 3 000 años en América, Asia y el norte de África. Para ello empleaban cuñas, palancas, poleas y arena. El sistema consistía en levantar la piedra (que ya había sido pulida con anterioridad) con una palanca que tenía una cuña, se sujetaba con una polea y se depositaba arena debajo, repitiendo el proceso cinco o seis veces, hasta conseguir la inclinación deseada.



**Figura 1.** Método empleado por los egipcios para construir las pirámides.

Todos estos principios, que fueron descubiertos empíricamente, eran empleados por casi todas las culturas que precedieron a la nuestra.

Cuatro siglos antes de nuestra era, un extraordinario hombre de ciencia llamado Arquímedes inventó una serie de aparatos e instrumentos para facilitar el trabajo a sus semejantes. Él desconocía que era ciencia lo que hacía (la categoría de científico se le ha dado en la actualidad) y, sin embargo, experimentaba con su tornillo hidráulico, sus palancas y sus ruedas dentadas. Paradójicamente, era terriblemente despreciado por algunos sabios de su tiempo, quienes consideraban que el trabajo manual era propio de los esclavos.

Todas las culturas han usado instrumentos que les facilitan el trabajo, aunque desconozcan el principio físico con el que funcionan. Incluso hoy, la gente emplea palancas para levantar coches atascados en el lodo o gatos hidráulicos para cambiar las llantas, y son muy pocos los que conocen el principio con el cual funcionan. A este tipo de conocimiento se le llama **conocimiento empírico**.

Muy poca gente sabe cómo funciona un sifón para pasar un líquido de un recipiente que se encuentra a mayor altura a otro de menor altura y, sin embargo, muchas personas lo emplean. Cuando se absorbe a través de una manguera para sacar líquido de un envase simplemente se deja que el peso de la atmósfera empuje el líquido hacia la parte de la manguera donde se está haciendo el vacío.

Cuando se juega al fútbol y se consigue un gol con “efecto” (chanfle), la física explica que es una forma especial de golpear al balón el cual, con la fricción del aire se desvía presentando una modificación de su trayectoria, es decir, su trayectoria sigue una línea curva.

Cuando hace mucho frío, la gente deposita bolsas con agua caliente o piedras calientes debajo del lecho para mantener en lo posible una temperatura agradable. Esto se debe también a un principio físico: los cuerpos, como el agua y las piedras, ceden calor cuando el medio que los rodea tiene menor temperatura que ellos.

En ocasiones, no es fácil dar las explicaciones físicas o químicas que están detrás de los fenómenos, y tampoco lo es explicar el principio que sustenta el empleo de algunos instrumentos familiares a nosotros.

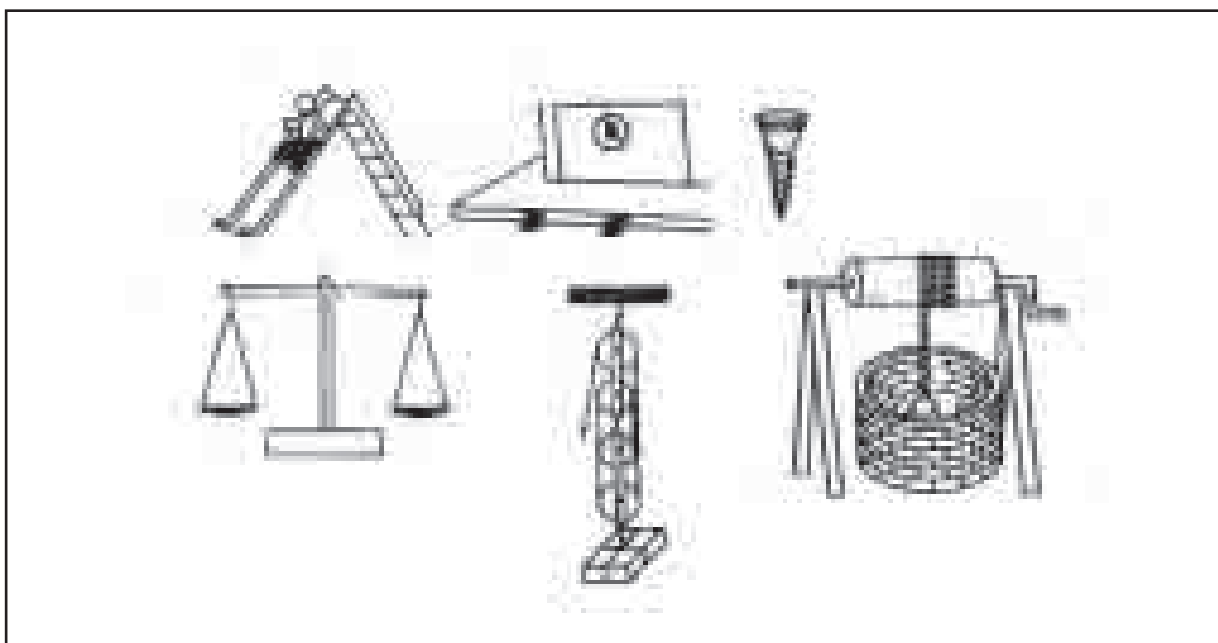
Existe una finalidad fundamental en el empleo de instrumentos: facilitar nuestra actividad cotidiana utilizando la menor cantidad de energía posible.

La inmensa mayoría de los inventos, desde el tornillo hasta los “microchips” de las computadoras, desde la rueda hasta los transbordadores espaciales, sirven para que los seres humanos realicen menos trabajo.

Existen máquinas elementales y de uso cotidiano que han modificado la forma de vida de las personas. **La polea, la palanca, la cuña, el plano inclinado, el tornillo y la rueda con eje** son herramientas que establecieron una diferencia entre trabajar duro y hacer un trabajo duro.

Estas seis máquinas, cuyo principio de funcionamiento es físico, han modificado las relaciones humanas y son la plataforma de nuevas invenciones.

Muchos de los aparatos de uso cotidiano, como la televisión, el refrigerador, la estufa, la plancha, los automóviles, las bombillas incandescentes, las bombas de agua, los jabones, los detergentes, los polvos de hornear, los productos de jardinería y agricultura, etcétera, tienen su origen en principios físicos y químicos. La mitad de las cosas con las que se trabaja tienen que ver con la física o con la química.



*Figura 2. Seis máquinas simples: el plano inclinado, la cuña, el tornillo, la palanca, la polea, y la rueda con eje.*

Hoy en día, como antes, la física y la química en todas sus áreas de aplicación tienen que resolver un problema: **cómo ahorrar energía y conservar sano el ambiente.**

Un hecho triste para la ciencia en general, y para la física y la química en particular, es que la mayoría de las leyes e inventos fueron impulsados por las necesidades de la guerra. Una notable excepción son los materiales semiconductores, que son la base del funcionamiento de las computadoras y muchos aparatos electrónicos.

Sin embargo, esto no debe confundir en cuanto a la utilización de la ciencia y la tecnología.

Hasta mediados del siglo XIX, la invención de herramientas respondía a las apremiantes necesidades del momento, en raras ocasiones se investigaba el principio básico del funcionamiento.

Sin lugar a dudas, dos hechos, también acontecidos en el siglo XIX, cambiaron la visión que se tenía de la tecnología: el conde de Rumford (Benjamín Thomson) descubrió, al construir cañones, que el agua empleada cuando se taladraba la boca del arma hervía y debía ser remplazada constantemente, y, Nicolás Sadi Carnot realizó estudios para mejorar el rendimiento de las máquinas de vapor. La observación del conde de Rumford sentó las bases para determinar el concepto de calor, que a su vez, fue el empleado por Sadi Carnot. Debe tenerse muy presente que la economía empezaba a exigir mayor rendimiento en los procesos de producción.

Por primera vez en forma seria y generalizada los constructores comenzaron a interesarse en el funcionamiento de las máquinas que usaban y de los materiales que transformaban: las máquinas y sus materiales se convirtieron en objeto de estudio y dejaron de ser simples utensilios.

Esto constituyó una verdadera **revolución tecnológica**; ya no se construirían más máquinas sin intentar mejorar sus diseños y la calidad de los materiales. ¡La física y la química se incorporaron a la producción!

A finales del mismo siglo XIX, James Clerk Maxwell enunció cuatro ecuaciones que describen el comportamiento de los fenómenos del electromagnetismo y que, un siglo después, produciría el avance técnico-científico más vertiginoso de la historia. A Maxwell se le llama en ocasiones el inventor del futuro y sus ecuaciones explican desde el funcionamiento de un motor eléctrico hasta el flujo de corriente por un alambre; desde la fuerza debida a cargas eléctricas hasta las imágenes que se producen en la televisión; desde las ondas de radio hasta el funcionamiento de los semiconductores; desde el telégrafo hasta los radares.

Existen varios campos en los que la física y la química han contribuido al bienestar del ser humano, como la **termodinámica**, el **electromagnetismo**, teorías **cuántica** y de la **relatividad**.

Los relojes y calculadoras de tan generalizado uso, son producto de estudios de lo que se denomina materiales del estado sólido; las radiografías y radioterapias emplean sustancias radiactivas, e incluso hoy es muy común en Colombia que sustancias o materiales que deben ser esterilizados pasen por procesos de radioterapia; la radioterapia, para atacar algunos tipos de cáncer, no es más que la destrucción de las células malignas gracias a la acción de partículas subatómicas.

Otra aplicación de la tecnología constituye el **láser**, que ahora es empleado en medicina para quemar y destruir tumores donde la cirugía tradicional no puede emplearse. También se usa como se sabe, en la reproducción de los discos compactos, DC. Los ingenieros lo emplean para medir el flujo de agua en tuberías con alta precisión, y su invención tiene que ver con el estudio del comportamiento de los átomos.

No es necesario imaginar un cohete o transbordador espacial para darse cuenta de que detrás está la física y la química.

Finalmente, un hecho sumamente ilustrativo de la aplicabilidad de la física y la química lo constituye el ramo de las comunicaciones; el teléfono, la televisión, el avión, los ferrocarriles, la radio, los automóviles, los satélites, el láser, los radares, los barcos, el fax; los jabones, cremas dentales, cosméticos, detergentes, pinturas, abonos, plásticos, medicamentos, bebidas, betún, combustibles fósiles, todos sin excepción existen gracias al desarrollo de la física y la química.

## 1.4 CIENCIAS QUE SE RELACIONAN CON LA FÍSICA Y LA QUÍMICA

**Corresponde a la sesión de GA 1.4 (4.2-Q) SE METE CON TODAS**

La física es la ciencia que se encarga del estudio de las diferentes manifestaciones de la energía y su relación con la materia. La química es la ciencia que estudia la composición de la materia, sus formas, cambios y transformaciones.



*Figura 3. La física estudia las interacciones entre materia y energía.*

Los científicos que estudian la física y la química tratan de establecer la constitución de la materia y los cambios que ella presenta e investigan la naturaleza de las sustancias como el agua, el ADN, las proteínas y los contaminantes del agua, suelo y aire, entre otras.

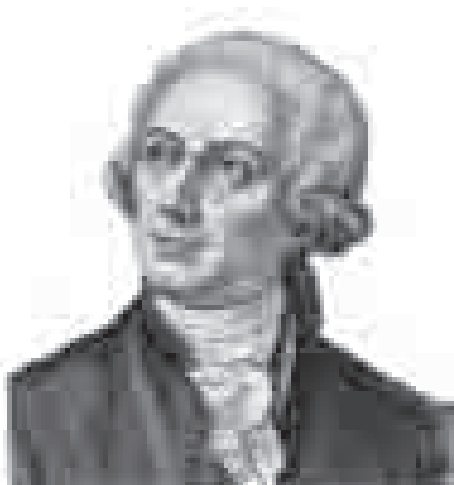
La física y química por ser ciencias encargadas del estudio de la materia y la energía, el campo de investigación de estas disciplinas abarca todo lo que existe en el Universo.



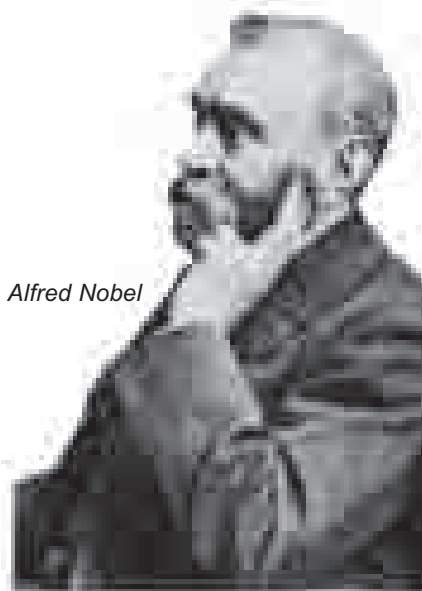
*Marie y Pierre Curie*



*Michael Faraday*



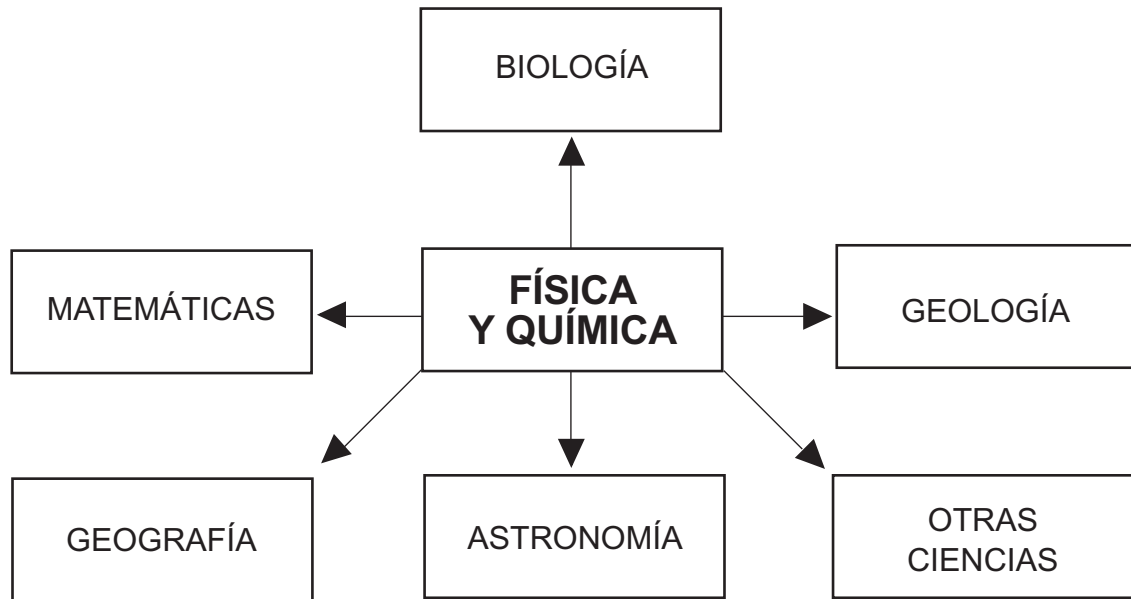
*Antoine Laurent de Lavoisier*



*Alfred Nobel*

**Figura 4.** Los científicos químicos tratan de descubrir la constitución de la materia y los cambios que ésta sufre.

La física y la química están íntimamente relacionadas con muchas ciencias, entre las que se encuentran, principalmente, la biología, la geología, la geografía, la astronomía y las matemáticas.



*Figura 5. Principales ciencias relacionadas con la física y la química.*

## Biología

Esta ciencia se relaciona con la física ya que muchas de las reacciones de los seres vivos se relacionan con factores ambientales como la luz y la temperatura, y con la química, porque todos los procesos internos que se suceden en los organismos son químicos, por ejemplo: la respiración es el resultado de una reacción química de combustión lenta, es decir, de oxidación.

Todos los procesos celulares son estudiados en conjunto por la biología y la química, por medio de una disciplina llamada bioquímica, y los procesos físicos relacionados con los seres vivos, en una ciencia nueva llamada biofísica.

La física aportó a la biología la invención de los microscopios ópticos y electrónicos, y los rayos X para el estudio de estructuras biológicas, en tanto que la química le ha aportado los reactivos y colorantes específicos para el estudio de células y tejidos, entre otros.

La química se encuentra, además, estrechamente relacionada con la biología y la medicina, ya que mediante la aplicación de conocimientos químicos se han logrado grandes avances científicos; por ejemplo, en la elaboración de medicamentos para curar o prevenir enfermedades como el sarampión, la rabia, las patologías gastrointestinales y respiratorias, entre otras.



## Geología

La geología se relaciona con la química porque estudia la composición de los minerales, además de los cambios que han sufrido éstos con el transcurrir del tiempo.

## Astronomía

Esta ciencia se relaciona con la física y la química, ya que estudian en conjunto la composición de los astros, sus reacciones, por medio de fragmentos o meteoritos provenientes del espacio, así como los instrumentos para observarlos.

## Matemáticas

La relación de esta ciencia con la física y la química es muy cercana ya que, por ejemplo, la estructura de los átomos se expresa utilizando el lenguaje matemático y la composición de una sustancia se expresa utilizando símbolos químicos acompañados de números enteros sencillos.

Las matemáticas son una herramienta fundamental para las ciencias naturales, ya que las leyes, principios y teorías se expresan con ecuaciones que utilizan términos matemáticos, por ejemplo, la ecuación que creó Albert Einstein para relacionar la transformación en energía de cierta cantidad de masa de un cuerpo es  $E = m.c^2$ , donde  $E$  representa la energía obtenida,  $m$  la masa que se desintegra y  $c^2$  la velocidad de la luz al cuadrado. Las matemáticas se utilizan también en la interpretación de resultados experimentales, estadísticos, gráficos, etcétera. Realmente una ley o principio se sistematiza cuando puede expresarse en lenguaje matemático.

A través de la historia, la estrecha relación de la física y la química con otras ciencias ha propiciado la producción y sistematización de conocimientos, los cuales han resultado muy importantes para el bienestar de la humanidad.

## Geografía

Son innumerables las relaciones que tiene esta ciencia con la física y la química. Siendo la geografía la ciencia que tiene por objeto el estudio de la superficie terrestre en sus diversos aspectos: físicos, químicos, humanos, sociales, económicos, culturales, etcétera. Con la física se relaciona, por ejemplo, cuando la geografía estudia la conformación del sistema solar, la física le da el sustento teórico a través de las leyes de Kepler y de gravitación universal de Newton. Cuando en geografía se estudia el relieve y el clima de las regiones, la física le colabora con la explicación de los conceptos de temperatura,

calor, presión, radiación solar; a través de explicaciones fisicoquímicas como los cambios de estado en el ciclo del agua. Cuando deseamos conocer la composición de la Tierra, de los suelos y la atmósfera, utilizamos teorías de la química.

El desarrollo económico de las naciones, estudiado en geografía, depende en gran parte de la extracción, procesamiento e intercambio de recursos naturales. Por ejemplo, la química interviene en la refinación del petróleo, el procesamiento de la sal, la purificación del oro, la fundición de metales, la fabricación de productos para la industria y el hogar.

## 1.5 METODOLOGÍA DE LA FÍSICA Y LA QUÍMICA Y SUS RELACIONES CON EL AMBIENTE

### Corresponde a la sesión de GA 1.5 (5.2-F) ¿CÓMO APRENDER LA CIENCIA?

El relato que aparece a continuación es una versión modificada de un cuento de Mario Bunge:

“Los cinco sabios del reino ‘X’, de vuelta de una larga estancia en la república ‘Y’, estaban temerosos ante su soberana, la Reina, a quien informaban de la ‘**Cosa Rara**’ que existía en aquella república.

- Dinos, oh sabio Protos, ¿qué aspecto tiene la Cosa Rara?— preguntó la Reina al sabio más anciano.
- La Cosa Rara a la que llamo **Ciencia**, oh Majestad, puede registrar todos los hechos acerca del movimiento, constitución y estructura de los cuerpos. En realidad la física y la química son un enorme registro – así habló Protos.
- ¡Que le corten la cabeza! –gritó la Reina, roja de ira—. ¿Cómo podemos creer que la Cosa Rara es una máquina sin pensamiento cuando hasta nosotros tenemos ideas?

Tras lo cual se dirigió a Deúteros, el más viejo de los sabios que quedaban:

- Dinos, oh Deúteros, ¿qué aspecto tiene la Cosa Rara?
- La Cosa Rara, Majestad, no es un registrador pasivo, sino un atareado molino de información: absorbe toneladas de datos en bruto y los elabora y presenta en orden. Mi decisión es que la física y la química son un enorme calculador –así habló Deúteros.
- ¡Que le corten la cabeza! –gritó la Reina, verde de ira—. ¿Cómo podemos creer que la Cosa Rara es un autómatas, si hasta nosotros tenemos caprichos y flaquezas?

Tras lo cual se dirigió a Tritos, el de media edad:

- Dinos, oh Tritos, ¿qué aspecto tiene la Cosa Rara?
- No hay tal Cosa Rara, Majestad. La física y la química son un juego. Los que lo juegan establecen sus reglas, y las cambian de vez en cuando de un modo misterioso. Nadie sabe a qué juegan ni con qué fin. Admitamos, pues, que la física y la química, como el lenguaje, son un juego – así habló Tritos.
- ¡Que le corten la cabeza! –gritó la Reina, amarilla de ira–. ¿Cómo podemos creer que la Cosa Rara no se toma las cosas en serio, cuando hasta nosotros somos capaces de hacerlo?

Tras lo cual se dirigió a Tértaros, sabio maduro.

- Dinos, oh Tértaros, ¿qué aspecto tiene la Cosa Rara?
- La Cosa Rara, oh Majestad, es un hombre que medita y ayuna, tiene visiones, intenta probar que son erradas y se enorgullece cuando lo consigue. Yo creo que la física y la química –y reto a todos a que me contradigan– son un ‘Visionario’.
- ¡Que le corten la cabeza! –gritó la Reina, roja de ira–. Este informe es más sutil que los otros, pero ¿cómo podemos creer que la Cosa Rara no se preocupa de justificación y gratificación cuando hasta nosotros podemos hacerlo?

Tras lo cual se dirigió a Pentós, el joven sabio.

Pero Pentós, temiendo por su vida, había huido ya. Huyó sin parar durante días y noches, hasta que cruzó la frontera del reino ‘X’.

Ahora Pentós vive en la república ‘Y’ y trabaja, bajo otro nombre, sobre física y la química y el modo en que estas ciencias obtienen conocimiento de la naturaleza...

Cada uno de los cuatro desafortunados sabios había descrito, parcialmente, el método con el cual la física y la química obtienen conocimiento. Lamentablemente para ellos, la metodología de la ciencia en general, y de la física y la química en particular, no se reduce a cinco o seis pasos rígidos a seguir para obtener resultados, como tradicionalmente se ha creído.

*Nota: se desconoce el destino final de los cuatro sabios del reino ‘X’. Parece ser que siguen vivos pues no se sabe si la Reina les perdonó o si el verdugo se apiadó de ellos”.*

Los métodos para construir conocimientos tiene su origen en un lugar y tiempo muy diferentes al del cuento. En los siglos XIV, XV y XVI, los hombres de Europa, reprimidos, perseguidos y, algunos como el creador del primer compuesto de la química orgánica (Friedrich Wöhler), quemados, sembraron la semilla de una revolución, no una revolución

con armas de fuego, sino un cambio en la forma de pensar de los seres humanos: el pensamiento científico.

Tal fue el éxito que tuvieron Galileo, Harvey, Paracelso, Kepler, Tycho Brahe y Newton, entre otros, que en la actualidad todas las personas dedicadas a estudiar el Universo aplican algunos de los métodos que ellos emplearon para describir y explicar correctamente al Cosmos, los cuales constituyen la esencia de la **investigación científica**; que es la actividad propia de la ciencia.

Lo que hoy denominamos proceso de investigación científica es la manera de construir conocimiento acerca del comportamiento de la naturaleza. Las grandes ventajas las constituyen dos hechos:

- Los conocimientos de las ciencias experimentales pueden ser comprobados.
- Se puede aprender de la experiencia de otros.

Estos hechos marcan la diferencia entre conocimiento científico, conocimiento empírico y charlatanería.

El primero de enero de 1600, Johannes Kepler se encontraría con Tycho Brahe, ambos dedicados a la astronomía. Tycho era un hombre metódico y tenía, gracias a su paciente observación (sin telescopio), el mejor catálogo de estrellas y movimientos planetarios de su época y de muchos años después.

Aunque este feliz encuentro constituye uno de los puntos culminantes de la ciencia, sobre todo para la física y la astronomía, pasarían muchos años antes de que Kepler obtuviera alguna conclusión de los datos de Tycho Brahe.



*Figura 6. Fotografía estroboscópica de un disco que se mueve de izquierda a derecha.*

Después de un año de **colaboración**, Kepler pudo tener acceso a **los datos ordenados** que Tycho había organizado durante su vida. La muerte de Tycho interrumpió la colaboración, pero hizo heredero automático a Kepler de toda la información.

Después de treinta años de trabajos y angustias, Johannes Kepler pudo **enunciar sus principios** sobre el comportamiento del sistema solar.

Con el tiempo, estas leyes se han **comprobado** con un sinnúmero de observaciones y, aunque nadie puede experimentar con el sistema solar, cada vez ha surgido un nuevo planeta (en la época de Kepler sólo se conocían Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno) este nuevo mundo se mueve conforme las leyes que enunció Kepler. Ahora se conocen como las **tres leyes de Kepler**.

En los párrafos anteriores aparecen en negrillas algunas de las palabras clave de los procesos de investigación científica. Sin embargo, la investigación científica no es, como muchos suponen, simplemente esto. El trabajo científico es una actitud de las personas para resolver cuestiones básicas acerca de la naturaleza: ¿qué pasa?, ¿cómo?, ¿para qué?, ¿por qué pasa? y ¿qué pasaría si...?

La primera pregunta (¿qué pasa?), se resuelve con observaciones y ordenamiento de la información; la segunda (¿cómo?), requiere la investigación de algún proceso; la tercera (¿para qué?), hace referencia a los objetivos y las aplicaciones; la cuarta (¿por qué pasa?), es la prueba medular que el tiempo dará a nuestras teorías, porque se refiere a la investigación de las causas; y la última (¿qué pasaría si...?), nos lleva tanto a la formulación de hipótesis y predicciones como al establecimiento de modelos.

Es necesario tener presente que:

- Un proceso fundamental de la metodología de investigación y de aprendizaje en la física y la química es la **experimentación**, aunque no siempre sea posible experimentar. Muchas personas, en el pasado y en el presente, llegan a conclusiones falsas por no experimentar.
- La física y la química han tenido un importante efecto en todo el desarrollo científico de la humanidad.
- En realidad, la física es el equivalente actual a lo que antiguamente se acostumbraba llamar filosofía natural, en tanto que la química equivale a la alquimia de la antigüedad.
- En la actualidad existen campos de estudio de la física y la química, donde los experimentos se simulan con computadoras.

El aprendizaje de las ciencias naturales y la educación ambiental, parte de algunos presupuestos como los siguientes:

- Énfasis en procesos de construcción más que en los métodos de adquisición de resultados.

- Debe resaltar las relaciones y los impactos de la ciencia y la tecnología en la vida del ser humano, la naturaleza y la sociedad.
- Debe ser un acto comunicativo en el que las teorías, defectuosas del alumno, se reestructuran en otras más fiables, bajo la dirección del profesor.
- Los errores son tan valiosos como los aciertos.
- Mediante un proceso paulatino y progresivo, se va pasando de un lenguaje común a otro más formalizado.
- Comprensión de cómo las teorías y los conceptos científicos han evolucionado, a través de la historia, constituye un recurso valioso para lograr mantener una actitud positiva hacia el estudio de las ciencias naturales y la educación ambiental.

Más concretamente, el aprendizaje de la física y la química se basa en la formulación de preguntas sobre los objetos o hechos observables, desde la formación teórica y experimental que el alumno posee; luego mediante procesos de pensamiento y acción, se pasa desde el conocimiento común hasta el científico. Estos procesos incluyen el diseño y ejecución de experimentos, la formulación y comprobación de hipótesis, transformaciones e interpretaciones de datos, aseveraciones, ingenio, invención, duda, creatividad, etcétera.

## 1.6 HISTORIA DE LA CIENCIA: UN INVESTIGADOR DESTACADO

### Corresponde a la sesión de GA 1.6 AUGUST KEKULÉ

August Kekulé (1829 – 1896) vivió en una época de revoluciones científicas que van desde el rechazo de la teoría de la generación espontánea y el descubrimiento de los microorganismos a la descripción de los virus y enzimas; de las leyes de la electrólisis de Faraday al descubrimiento de los rayos X y de la radiactividad de los compuestos de uranio. Fue también una era fructífera para la ingeniería, con la aparición del primer tren, la construcción del motor diésel, el primer telégrafo electromagnético y la radiotelegrafía.

Su infancia transcurrió en Darmstadt (Alemania) y siempre se interesó por los fenómenos científicos pero sin mostrar especial predilección por la química.

Una manifiesta habilidad gráfica y matemática y algunos dibujos de casas de la zona antigua de su ciudad que hizo en su etapa de colegio, lo predestinaron para la arquitectura, que cursó en la Universidad de Giessen (Alemania). Paralelamente a sus estudios, se hizo un seguidor de Justus von Liebig, por entonces en el **cenit** de su carrera científica. A

través de sus lecciones sintió la inclinación hacia la química en la que pronto volcó su visión espacial y constructiva, interesándose más por los aspectos filosóficos que por la vertiente experimental. Intervino en la determinación de fórmulas desarrolladas para los compuestos orgánicos (que estudiaremos más adelante) hasta llegar a la del benceno, que lo hizo famoso.

R. Witzinger-Aust opina así de Kekulé: “Un don de rápida expresión acoplado a una memoria excepcional, garantizaron estos sucesos, así como una viva imaginación que casi lo hizo un **visionario** en los últimos años”.

Y. R. Anschurtz dice: “No volvió a la arquitectura, sino al laboratorio de Liebig en Giessen, donde siguió estudios analíticos con entusiasmo, esmero y perseverancia. Con una dedicación sin precipitaciones fue lo que le caracterizó a lo largo de su vida”.

La historia de la ciencia ha asociado a Kekulé con el mito de los sueños y su influencia en la búsqueda científica. Expresado en palabras de Kekulé:

*“Aprendamos a soñar y descubriremos la verdad, pero evitemos publicar nuestros sueños hasta que hayan sido escrutados por nuestra vigilante inteligencia . . . Dejemos siempre a la fruta en el árbol hasta que madure. La fruta poco madura da incluso poco beneficio al agricultor, perjudica la salud de los que la gustan y daña particularmente a la juventud, que no sabe distinguir lo maduro de lo prematuro”.*

## 1.7 HISTORIA DE LA CIENCIA: LA CIENCIA EVOLUCIONA

### Corresponde a la sesión de GA 1.7 (6.2-Q) DE LA ALQUIMIA A LA QUÍMICA

La química, como ciencia, comenzó a partir del siglo XVII. Pero desde tiempos remotos los chinos, egipcios, griegos y alquimistas europeos han contribuido al desarrollo de esta ciencia. El siguiente metarrelato, nos da una idea al respecto:

## ANOTACIONES SOBRE LA HISTORIA DE LA QUÍMICA

En la **época antigua**, uno de los primeros grandes descubrimientos del ser humano fue el **fuego**, con el cual pudo elaborar objetos de alfarería y modificar algunas de sus costumbres. Los conocimientos más importantes en aquella época los guardaban los sacerdotes, como eran la preparación de medicamentos, venenos y obtención de metales.

Los primeros metales descubiertos fueron los llamados *preciosos* (el oro y la plata) y el cobre; este último fue el primer metal de forja en el siglo IV **a. J.C.** Después vino el estaño y su mezcla con el cobre para producir el bronce. El plomo lo extrajeron en hornos de fundición y era empleado para la fabricación de vasijas y en la conducción del agua. Luego se descubre en mercurio que era extraído de un mineral llamado cinabrio.

El **hierro** fue fundido y utilizado 3 000 años a. J. C. aproximadamente y en Egipto, se conocía la transformación del hierro en acero, al mezclarlo con carbono en hornos.

La química entre los egipcios se caracterizó por un desarrollo práctico ya que fabricaban el vidrio, esmaltes y tinturas; preparaban jabón, perfumes, betún e imitaban metales preciosos.

Para algunos, la palabra química se deriva de *quemia*, antiguo nombre de Egipto; según otros, química significa arte negro, ciencia del misterio. Hoy día, la química se considera como una ciencia natural que estudia las características de elementos y compuestos, sus reacciones, cambios sustanciales y las leyes que rigen tales reacciones.

-1-

*En las antiguas culturas se utilizaron varios métodos para producir fuego: se frotaba un palo en la ranura de un trozo de madera haciéndolo girar con las manos; también golpeando dos trozos de rocas, junto a un material combustible. Para los seres humanos de la prehistoria el fuego fue algo inexplicable y a través de la observación aprendieron a manejarlo. Éste les cambió su vida; por ejemplo, al cocinar los alimentos modificaron su dentadura, lo usaron como elemento de defensa contra los animales y algunas tribus lo tomaron como algo sagrado.*

*La abreviatura **a. J. C.** es de uso cronológico y hace referencia a los acontecimientos sucedidos antes del nacimiento de Jesucristo, es decir, antes de la Era Cristiana.*

*El **hierro** se encuentra en la naturaleza en forma de mineral. Los antiguos lo designaban con el símbolo compuesto por un escudo y una lanza en honor a Marte, dios de la guerra. El símbolo actual es Fe (ferrum). Los minerales del hierro son muy diversos y abundantes, los hay en la superficie terrestre como en el subsuelo. El hierro reemplaza al bronce por ser más abundante y económico. Los primeros objetos elaborados fueron adornos, armas y herramientas.*



Alrededor del año 2200 a. J.C., los chinos propusieron que la materia se componía de cinco elementos: metal, madera, tierra, fuego y agua. Los chinos también exponen (1200 a. J.C.) la hipótesis del yin-yang para explicar los cambios que ocurren en la naturaleza.

En China, hacia el año 2000 a. J.C. ya fabricaban el papel, la pólvora, la porcelana y se practicaba pintura sobre telas, bronce o madera. Junto con los egipcios, ya sabían cómo preparar bebidas alcohólicas utilizando el proceso de la fermentación.

Otras sustancias conocidas en la época antigua fueron la cal (utilizada en sus construcciones), la sosa y la sal común (encontrada en las momias egipcias), el nitro o salitre, el alumbre y los colorantes.

Las contribuciones de los griegos datan del 600 al 200 a. J.C. y fueron de tipo especulativo ya que no realizaron experimentación. Cabe mencionar la idea de Empédocles que establecía que el material terrestre estaba formado por cuatro elementos: aire, tierra, fuego y agua. Luego, Aristóteles estableció los modos de manifestarse al tacto estos elementos y estableció: lo caliente, lo frío, lo húmedo y lo seco, además propuso un quinto elemento, el "éter", el cual creía que formaba parte de los cuerpos celestes.

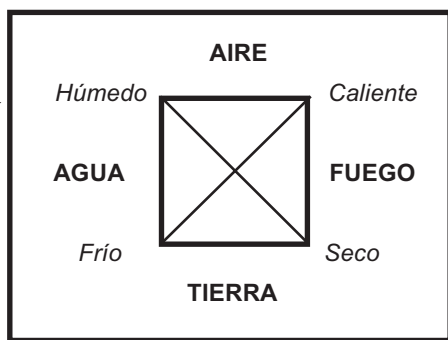
Tales de Mileto proponía que el agua era el origen de todas las cosas. Leucipo y Demócrito propusieron una teoría sobre la estructura de la materia que, 2 200 años después, Jhon Dalton retomó para proponer su teoría atómica.

-2-

Los chinos afirmaban que todos los cambios que ocurren en la naturaleza son el resultado de mezclar dos elementos opuestos: el yang, que se considera positivo y un yin negativo. Según ellos, a los planetas los originó la combinación del sol (yang) que simboliza el fuego, y la luna (yin) que simboliza el agua.

Sosa: denominación común que se le da al compuesto químico hidróxido de sodio.

Los egipcios momificaban los cadáveres de los grandes personajes (faraones) para conservar los cuerpos después del fallecimiento por medio de sustancias químicas. Consistía en retirar del cuerpo el cerebro y las vísceras y rellenar las cavidades corporales con una mezcla de hierbas. El cuerpo era sumergido en carbonato de sodio e inyectaban bálsamos en arterias y venas.



Los conocimientos químicos recopilados en la época antigua desaparecieron con la quema de la Biblioteca de Alejandría, pero vuelve a renacer con los alquimistas.

La **alquimia** se inicia en Egipto y Mesopotamia (500 a 1600 d. J.C.), luego se esparció por Arabia, India, China y tuvo su mayor apogeo en Europa en la época medieval. La mayor preocupación de los alquimistas era la búsqueda de la “piedra filosofal” la cual les permitiría convertir diferentes metales en oro y preparar el “elixir de la vida” o “panacea” con el cual curarían enfermedades y recuperarían la juventud perdida. A pesar de que sus propósitos fueron bastantes optimistas, los alquimistas aislaron gran cantidad de elementos metálicos como el arsénico, antimonio y bismuto.

Los alquimistas idearon gran cantidad de equipos entre los cuales se encuentran hornos de calentamiento y equipos de destilación.

Entre los alquimistas más famosos encontramos a Zósimo, quien elaboró una enciclopedia que contiene todos los conocimientos de aquella época y da el nombre de *chemia* (química) al arte sagrado de los sacerdotes egipcios de ennoblecer los metales. En Salerno (ciudad de Italia) se encuentra la primera “farmacia de Occidente” y en el siglo XII se escribe la primera “farmacopea” de Europa. Geber, otro alquimista famoso, escribe obras como el *Libro del peso* y el *Libro del mercurio*. Otros alquimistas dignos de ser mencionados son Alberto Magno, Roger Bacon y Raimundo Lulio.

La **iatroquímica** es un período de transición entre la alquimia y la verdadera química. Esta época se orientó a buscar las propiedades medicinales de las sustancias con el fin de prolongar la vida. Su gran representante es Paracelso, médico suizo, quien llevó la química a la medicina. Él consideraba al ser humano como una combinación química y las enfermedades se presentaban cuando dicha combinación se alteraba.

Históricamente, la iatroquímica se desarrolló en medio de grandes acontecimientos para la ciencia como el invento de la imprenta y el descubrimiento de América.

### **La Biblioteca de Alejandría**

*Fundada por el rey egipcio Tolomeo I Sotér, contenía al parecer más de 500 000 volúmenes o rollos y fue destruida en tres ocasiones; siendo la última en el año 640 a. J.C. por los musulmanes. En gran parte sus publicaciones han sobrevivido gracias a las copias que se difundieron a otras bibliotecas.*

*Los primeros aparatos de destilación se denominaban alambiques. La palabra alembik del griego bikos (vasija) se convirtió en alambique, donde se obtenía el “espíritu de vino”, que llamaban aqua ardens, a causa de su combustibilidad; de ahí provino el vocablo “aguardiente”.*

J. E. Stahl, fue el mejor representante de una corta época llamada del **flogisto**. Ésta se caracterizó por el estudio de las combustiones. Según la teoría del flogisto (1700), todos los cuerpos combustibles contienen una sustancia llamada "flogisto" o sustancia del fuego; al arder, los cuerpos eliminan en forma de llama su flogisto y todos los metales están formados por flogisto y el óxido metálico correspondiente. Dicha teoría perdió validez 75 años después.

Entre los químicos de la época del flogisto cabe mencionar a Scheele, quien estableció la composición del aire y descubrió el amoníaco; Priestley, estudió los gases de la respiración y de la combustión, descubrió, el oxígeno y el monóxido de carbono; Cavendish descubrió el hidrógeno y demostró que en la combustión de este gas se forma solamente agua.

La **época moderna** se inició con Antoine Laurent Lavoisier, quien en 1770 explicó los procesos de la combustión desde el punto de vista de la oxidación, con lo cual acabó con la teoría del flogisto. Inició el uso de la balanza en química y como consecuencia se establecieron leyes fundamentales como la ley de la conservación de la materia y la ley de la composición definida.

La **era atómica** tiene sus antecedentes en los trabajos de John Dalton, creador de la teoría atómica, que abarca desde inicios del siglo XIX hasta la actualidad. Entre los hechos más destacados de esta época se pueden mencionar: la clasificación periódica de los elementos, el descubrimiento de las partículas atómicas y de la radiactividad, la relación entre materia y energía, la bomba atómica, desarrollo de nuevos productos para el bienestar del ser humano, etcétera.

Los grandes aportes de la química no se limitan exclusivamente a los últimos siglos, sino que hoy en día se siguen produciendo en laboratorios industriales, del gobierno, de universidades y centros de investigación, por personas de todas las nacionalidades y todos los grupos étnicos. La química como ciencia es una actividad humana que propende al mejoramiento de la calidad de vida (vegetal, animal y humana).

*Ver lectura complementaria "Lavoisier y su polémica del flogisto" al final del libro.*

*John Dalton (1766-1844) fue físico y químico británico. Hijo de un tejedor inglés, recibió buena formación en matemáticas y ciencias naturales. Diseñó instrumentos para utilizar en meteorología. Padeció una enfermedad que consistía en la confusión de los colores rojo y verde y por esta razón este defecto visual recibe el nombre de daltonismo.*

## 1.8 PROYECTO

### Corresponde a la sesión de GA 1.8 (5.2-Q) ¿CÓMO SERÁ EL FUTURO?

Los seres humanos estamos rodeados de numerosos procesos físicos, químicos, tecnológicos, artísticos y ambientales, por ejemplo: la radiactividad, las contaminaciones acústica y sonora, el manejo de desechos (dentro de los que se encuentra la basura), la fertilización de suelos, etcétera. Con frecuencia, estos procesos han salido del control humano consciente, lo cual representa una problemática que debe resolverse mediante la realización de un **proyecto** que permita encontrar formas de solucionarlo.

Puede considerarse que el estudio de la física y la química y su relación con el ambiente brindan el campo propicio para resolver problemáticas, utilizando, responsable y consistentemente, los conceptos fundamentales brindados por ellas. A través de la aplicación práctica de los conocimientos científicos a través de proyectos, se puede valorar qué tanto hemos aprendido de estas dos ciencias y cuánto falta por conocer. Para ello es necesario tener muy claro **qué es un proyecto, cómo se estructura un proyecto y para qué sirve.**

### ¿Qué es un proyecto?

Se considera que proyectar es el acto de idear, disponer o proponer una manera de solucionar un problema de la vida real, así como los medios para hacerlo. Puede decirse que cualquier persona, sin importar edad, sexo, ocupación o posición, puede participar en la elaboración y ejecución de un proyecto.

### ¿Cómo se estructura un proyecto?

Un proyecto está estructurado (con fines didácticos) en dos grandes etapas: planeación y ejecución.

### Planeación

En esta etapa se elabora un documento escrito y conlleva la realización de los siguientes pasos:

1. Establecer el **tema** o la idea que se trabajará con base en un problema que se haya observado y que deba resolverse, por ejemplo: *¿qué hacer con la basura en casa?, ¿cómo ahorrar energía en casa?*

2. Una vez definida la idea por trabajar, hay que establecer la meta del proyecto; siguiendo con la idea de la basura, la **finalidad** sería: “*Aprovechamiento de la basura en la producción de abonos*”, o su reciclaje.
3. Después de haber establecido la finalidad del proyecto, es necesario que realices las siguientes **tareas**:
  - Reunir información bibliográfica sobre los usos de la basura y la elaboración de abonos.
  - Establecer el origen de la basura doméstica, es decir, clasificarla en orgánica (restos de seres vivos, frutas, legumbres, carnes) o inorgánica (latas, plásticos, cerámica y vidrio).

Con la información obtenida puede establecerse si la finalidad propuesta pueden llevarla a cabo una o varias personas.

Una vez definido quienes participarán en el proyecto, se establecen las tareas y los tiempos necesarios para realizarlas, es decir: ¿qué hacer?, ¿en qué tiempo?, ¿cuándo iniciar?, ¿qué tarea primero?, ¿cuál después?, etcétera.



**Figura 7.** La observación y la experimentación son importantes en la realización de un proyecto.

Es conveniente evaluar cada tarea para detectar fallas y corregirlas a tiempo. Un ejemplo de tarea puede ser: “Separar la basura en dos grupos, orgánica e inorgánica” o clasificarla “como basura reciclable y no reciclable” o como “biodegradable y no biodegradable”.

Además de la asesoría del profesor o profesora, es necesario solicitar ayuda a otras personas que tengan conocimientos sobre el objetivo del proyecto, con el fin de mejorar algunas de sus fases.

## **Ejecución**

En esta parte del proyecto se llevan a cabo las acciones previstas en la etapa de planeación, tomando nota de los resultados y dificultades para llevarlo a cabo.

### **¿Para qué sirve un proyecto?**

El aprovechamiento de la basura en la elaboración de abonos es sólo un ejemplo de una problemática por resolver mediante un proyecto; sin embargo, existen muchos problemas o ideas que pueden abordarse y resolverse de igual manera, y que en la mayoría de los casos dependen de cada comunidad.

Algunos de dichos problemas o ideas son: la adecuación o integración de un modesto laboratorio en la escuela, la elaboración y conservación de diferentes productos alimenticios, la formación de un museo con minerales propios de la región, la investigación de los productos fabricados por la comunidad o la elaboración de un álbum con muestras de los productos químicos de uso diario en casa.

Muchos de los beneficios que hoy se disfrutan (por ejemplo, la transformación de la energía eléctrica en lumínica mediante una bombilla) son el resultado de la realización de un proyecto.

¡Hay que poner en práctica un proyecto,  
personal o comunitario!

## Capítulo 2

# LA QUÍMICA Y TÚ



La actividad del pensamiento humano se ha encaminado a la búsqueda del conocimiento de la realidad y a través de este proceso surgió la química. La relación que tiene esta ciencia con el ser humano y la naturaleza es el tema principal de este capítulo. En él se describen y analizan procesos químicos sencillos que están presentes en las diversas actividades humanas.

*“A una pequeña chispa sigue una gran llama”.*

**DANTE ALIGHIERI**

## 2.1 QUÍMICA DE LOS CUERPOS CELESTES

Corresponde a la sesión de GA 2.9 (7.2-Q) LA QUÍMICA EN EL UNIVERSO

La Tierra y el Universo entero están formados por materia. La **materia** se define como todo lo que ocupa un lugar en el espacio y tiene masa y energía.

La **química** es la ciencia encargada del estudio de la composición, propiedades y transformaciones que presenta la materia.



*Figura 1. La química estudia la composición y transformación de la materia del Universo.*



## Formación del Universo

Los científicos que estudian los astros (astrónomos) sostienen que cuando se formó la estructura actual del Universo, había cantidades pequeñas de elementos como helio, litio e hidrógeno y no existían elementos como el carbono, oxígeno o fósforo, tan importantes para la vida.

## Los planetas

Según su composición química, los planetas se dividen en dos grupos: Mercurio, Venus, Tierra y Marte forman el primer grupo y son los que se encuentran más próximos al Sol; se formaron a partir de un medio deficiente en hidrógeno y helio.

Los planetas del otro grupo se condensaron lejos del Sol; entre éstos se encuentran Júpiter, Saturno, Urano, Neptuno y Plutón, los cuales se formaron en un medio donde abundaban elementos como el hidrógeno y el helio y algunos compuestos como el amoníaco (que contiene nitrógeno e hidrógeno).

## Algunos componentes químicos de los planetas (Lazcano, 1983)\*

**Mercurio.** Tiene una atmósfera de baja densidad y altas temperaturas, por lo cual no es posible encontrar en él agua en estado sólido.

**Venus.** Este planeta es muy parecido a la Tierra, pero difiere de ésta en que tiene una temperatura de 327°C, la presión atmosférica es mucho más grande que la terrestre y el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) forma la mayor parte de su atmósfera; además, contiene pequeñas cantidades de vapor de agua (H<sub>2</sub>O) y algunos compuestos, como el ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

**Marte.** La mayor parte de su atmósfera está constituida por dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y pequeñas cantidades de ozono (O<sub>3</sub>), argón (Ar), agua (H<sub>2</sub>O) en forma de vapor y nitrógeno (N<sub>2</sub>).

**Júpiter.** Su atmósfera está formada en gran parte por amoníaco (NH<sub>3</sub>), hidrógeno (H<sub>2</sub>) y agua (H<sub>2</sub>O).

**Saturno, Urano, Neptuno y Plutón.** Entre los gases que los constituyen se encuentran: hidrógeno (H<sub>2</sub>), helio (He), metano (CH<sub>4</sub>) y amoníaco (NH<sub>3</sub>).

---

\* Lazcano-Araujo, Antonio, *El origen de la vida*, México, Trillas, 1988.

## Meteoritos y cometas

El material que logró condensarse rápidamente conformó los meteoritos y cometas.

### Meteoritos

Estos astros se dividen en metálicos y no metálicos; los primeros están formados por hierro (Fe), níquel (Ni) y cobalto (Co); los segundos por: hierro en baja proporción y roca; además contienen óxidos de magnesio (MgO), de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), de calcio (CaO), de sodio ( $\text{Na}_2\text{O}$ ), de manganeso (MnO) y otros.

### Cometas

Estos cuerpos celestes están formados por helio (He), amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) y otros materiales.



*Figura 2. Cometa Arend-Roland (arriba) y cometa Kohoutek (abajo).*

Como se ha señalado, todos los astros están constituidos por elementos químicos, razón por la cual la ciencia química es de gran importancia para su estudio.

## 2.2 QUÍMICA EN LOS ORGANISMOS VIVOS

Corresponde a la sesión de GA 2.10 (8.2-Q) LA QUÍMICA DE TU CUERPO

Los seres vivos toman del ambiente las sustancias que necesitan para formar la estructura de sus organismos y realizar las funciones que los mantienen con vida.



*Figura 3. El ser humano aprovecha los recursos del medio.*

### Elementos en el cuerpo humano

En el ambiente hay, aproximadamente, 108 **elementos** químicos, es decir, sustancias que por medios químicos no pueden separarse en otras más sencillas; de tal cantidad de elementos, alrededor de 14, constituyen parte del cuerpo humano, entre ellos: carbono

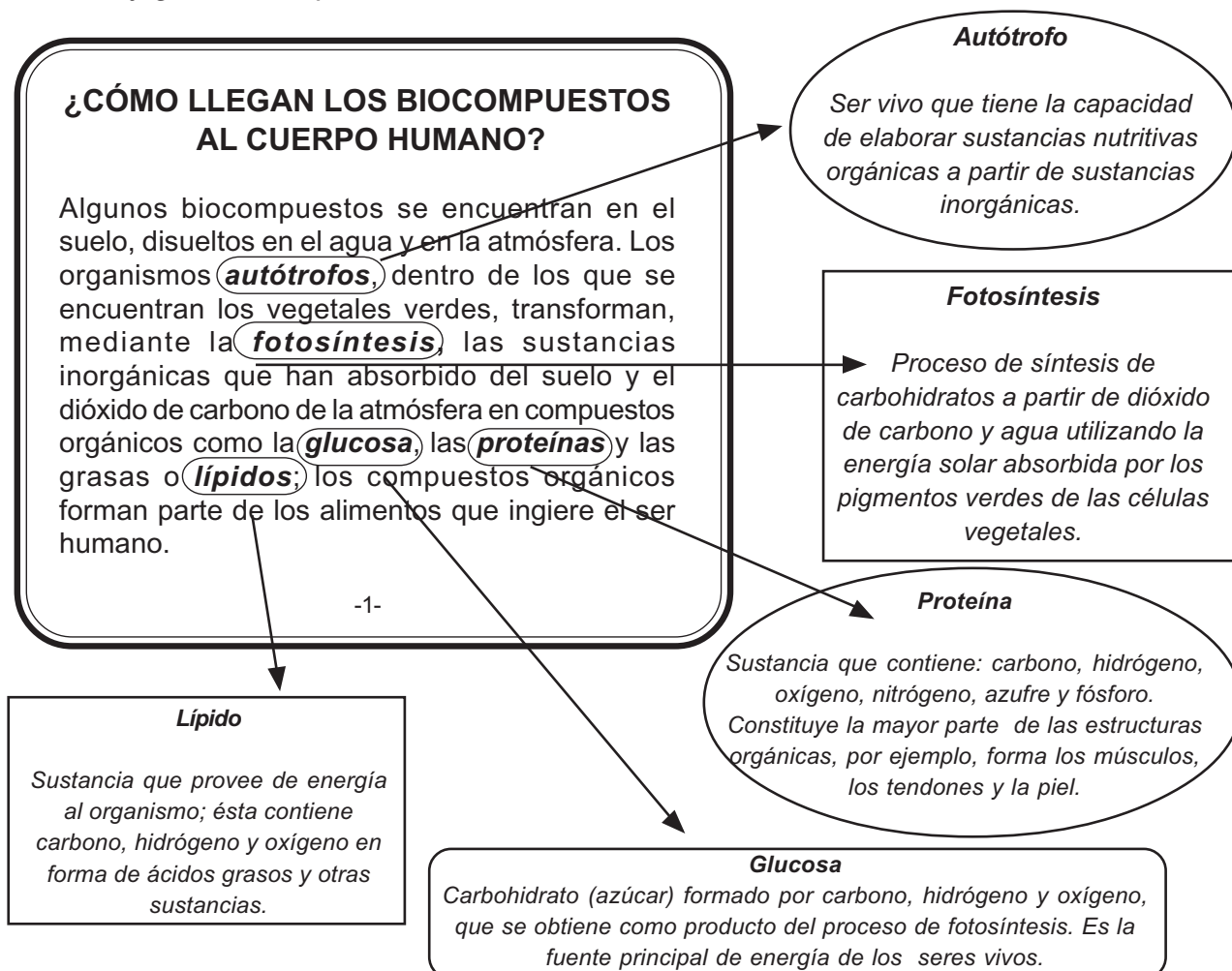
(C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N), fósforo (P), calcio (Ca) y azufre (S). Al grupo de 14 elementos que se encuentran formando parte del ser humano, así como de todos los demás seres vivos, se les designa con el nombre de **bioelementos** o elementos biogénicos.

## Compuestos en el cuerpo humano

Los elementos al combinarse dan origen a los **compuestos**, es decir, a sustancias formadas por dos o más elementos y que sólo pueden separarse por medios químicos.

Los compuestos que constituyen a los seres vivos se llaman **biocompuestos**, entre ellos se encuentran el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ), los carbohidratos (formados por carbono, hidrógeno y oxígeno), las proteínas (formadas por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno) y los lípidos o grasas (formadas por ácidos grasos y otras sustancias).

¿Cómo llegan los compuestos al cuerpo humano? El siguiente metarrelato nos da una idea muy general del proceso:



El ser humano es **heterótrofo** porque carece de **pigmentos fotosintéticos** en sus células; por tanto, no es capaz de sintetizar compuestos orgánicos, como es el caso de los autótrofos, por esta razón utiliza a éstos como alimento y emplea las sustancias orgánicas e inorgánicas contenidas en ellos, para incorporarlas en su estructura y utilizarlas en sus funciones, por medio de un conjunto de procesos químicos denominados **metabolismo**.

Así pues, los seres vivos, desde el más elemental hasta el más complejo, se constituyen en un auténtico "laboratorio", "una fábrica" de compuestos químicos porque elaboran, a partir de la materia que toman del ambiente, una enorme gama de productos químicos, por ejemplo, proteínas, lípidos, sangre, orina, etcétera.

-2-

### **Heterótrofo**

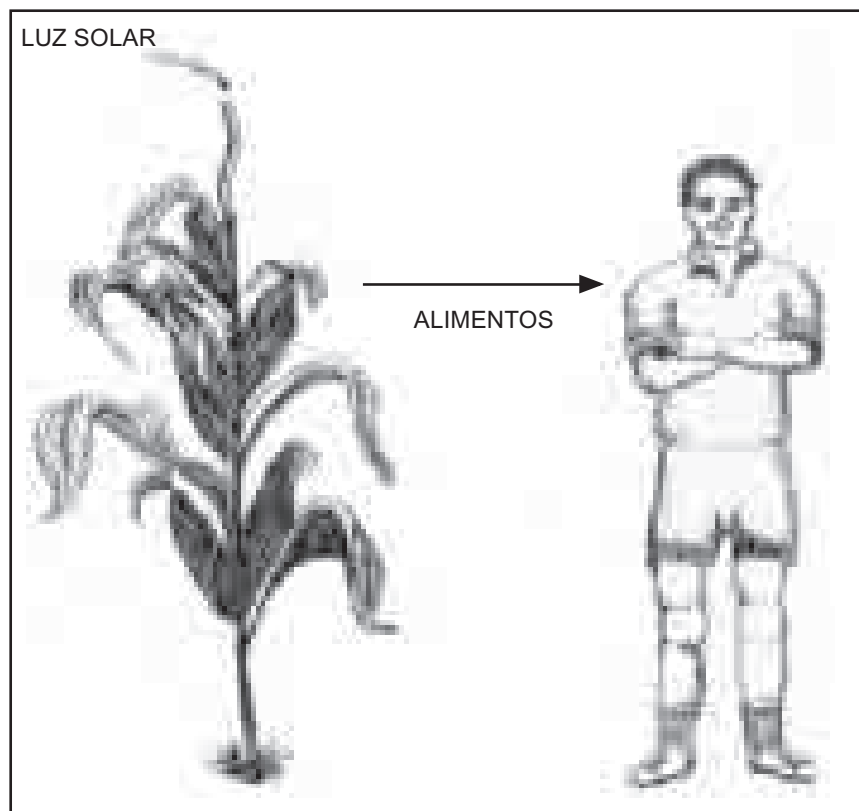
Organismo, como el ser humano, que no puede sintetizar su propio alimento y por lo tanto vive a expensas de los seres autótrofos.

### **Pigmento fotosintético**

Sustancia presente en los cloroplastos de las células vegetales que permite capturar la radiación solar necesaria para el proceso de fotosíntesis.

### **Metabolismo**

Conjunto de procesos físicos y químicos que permiten la utilización de la materia y la energía por los seres vivos.



**Figura 4.** Las plantas, gracias al proceso de fotosíntesis, producen los compuestos orgánicos que requiere el ser humano.

## 2.3 QUÍMICA EN EL HOGAR

### Corresponde a la sesión de GA 2.11 (9.2-Q) QUÉ SABOR TAN CIENTÍFICO

La química es una ciencia que se desarrolla e interviene en todos los ámbitos de la vida cotidiana, por ejemplo, en el vestir, en la alimentación, en el cuidado de la salud y en el transporte, entre otros.

Al observar un objeto, evento o proceso natural y para identificar alguna manifestación o aplicación de la química, son innumerables las preguntas que se pueden formular, por ejemplo: ¿de qué se compone la pintura para las paredes?, ¿cómo actúa un medicamento?, ¿cómo se hacen los detergentes?, ¿por qué se descomponen los alimentos?, o ¿químicamente, de qué está constituido el cuerpo humano?

Como puede advertirse, nada escapa a la intervención de la química. En muchos otros casos el ser humano se sirve de ella para satisfacer sus necesidades y la utiliza en la elaboración de bienes materiales como vestidos, alimentos, medicamentos y combustibles.

### La química en el hogar

No hay duda de que la química está presente en mucho de lo que hay en el hogar.

**Ropa.** Para elaborar la ropa se emplean procesos químicos en la producción de telas, colorantes, botones de plástico o metálicos, etcétera.

**Muebles.** Si éstos son de madera (sillas, camas, mesas, etcétera), con seguridad la trataron químicamente para conferirle durabilidad e inmunidad contra los insectos; si son metálicos, los metales se obtuvieron a través de procesos quimicometalúrgicos. Las pinturas o barnices que los recubren se obtuvieron a partir de procedimientos químicos.

**Pisos de concreto.** Éstos se forman con mezclas de arena, cemento, cal y otras sustancias. La cal y el cemento son productos que se obtienen por medio de procedimientos químicos.

**Cocimiento de los alimentos.** Se emplean estufas de gas propano, estufas de carbón o de leña. La combustión es una reacción química llamada oxidación. La estufa es metálica y está recubierta con pinturas especiales que, como ya se dijo, se obtienen a través de procesos químicos.

En resumen, todos los plásticos, cristales, pinturas, metales, cartón, papeles, jabones, detergentes, perfumes, desodorantes, cremas, etcétera, que pueden estar presentes en el hogar, se obtienen a partir de procedimientos químicos.

## La química en los alimentos

Para la preparación de los alimentos se requieren ingredientes como sal, azúcar, café, mayonesa, colorantes y salsas, productos que fueron procesados químicamente.



**Figura 5.** La química interviene en la elaboración de muchos productos necesarios para la vida del ser humano.

La buena nutrición del organismo depende de la composición química de los alimentos y de una adecuada dieta. Por **dieta** se entiende el conjunto de alimentos en las cantidades mínimas necesarias que una persona requiere diariamente para el buen funcionamiento del organismo.

El cuerpo humano necesita **nutrientes** que le den la energía suficiente para formar o renovar los tejidos, mantener su temperatura, desarrollar el trabajo muscular y regular su funcionamiento, de tal forma que pueda realizar sus funciones vitales. Estos nutrientes son: carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas y minerales, los cuales se encuentran en los distintos alimentos.

Por lo anterior, es importante tener una **alimentación balanceada**, la cual se establece por un *análisis químico* de los alimentos y, para esto, es necesario combinar una diversidad de alimentos que proporcionen las cantidades indispensables de nutrientes.

**Proteínas.** Éstas son la materia fundamental de la cual están constituidos los organismos. Son moléculas de gran tamaño formadas por pequeñas unidades llamadas aminoácidos; sus principales funciones son: la construcción y reparación de los tejidos del cuerpo y la regulación de su funcionamiento mediante la acción de las **enzimas**. Las enzimas son proteínas que participan en las diferentes reacciones específicas que ocurren en un ser vivo.

**Carbohidratos.** Estos nutrientes son la principal fuente de energía de los organismos. Se encuentran en alimentos como el azúcar, las harinas y la panela.

**Lípidos o grasas.** Estas sustancias tienen funciones estructurales y metabólicas y son importantes reservas de energía. Se encuentran en el aguacate, coco, maní, aceites y grasas.

**Vitaminas.** Se requieren como sustancias reguladoras del metabolismo y se encuentran principalmente en las verduras, frutas y en diversos productos de origen animal.

**Minerales.** El calcio, magnesio, sodio, hierro y potasio intervienen en diversas funciones del organismo como: la formación de huesos, el funcionamiento de los músculos y conservación de los líquidos corporales.

Los valores energéticos que contienen los alimentos suelen cuantificarse en **calorías**; la cantidad de éstas varía de un alimento a otro. Las grasas proporcionan el mayor número de calorías en relación con su peso; los carbohidratos y proteínas sólo aportan un 50% en relación con las grasas. El agua, las fibras, las vitaminas y minerales no tienen valor calórico.

Los carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas y minerales son sustancias químicas de vital importancia para el cuerpo humano.



## La química en la salud

Para tener una buena salud es necesario alimentarse bien, esto significa que es preciso proporcionar al organismo todos los nutrientes químicos que requiere.

Cuando la alimentación suministrada al cuerpo humano no está químicamente balanceada, éste se debilita y disminuyen sus defensas, cuyo papel es actuar en contra de las enfermedades; cuando esto sucede, la persona se enferma. Para contrarrestar la enfermedad se aplica un tratamiento médico. Los medicamentos utilizados para dicho tratamiento son productos químicos que ayudan a recuperar y mantener la buena salud.

Todo lo anteriormente expuesto muestra lo importante que es la química en la vida y cuán importante es su papel en el hogar, la alimentación y la salud.

## 2.4 MATERIALES NATURALES Y PRODUCTOS SINTÉTICOS

### Corresponde a la sesión de GA 2.12 (10.2-Q) EL TRABAJO DE LA NATURALEZA

A lo largo de la historia, el ser humano ha modificado el ambiente que le rodea debido a que constantemente está en busca de recursos materiales a los cuales da un uso específico; es así como destina materiales para su alimentación, confección de ropa, elaboración de cerámica, manufactura de muebles y producción de papel, entre otros.

Los materiales que utiliza el ser humano son, en su gran mayoría, recursos que toma de la naturaleza para subsistir. Los recursos naturales se clasifican en: recursos renovables y no renovables.

### Recursos naturales renovables

La flora, la fauna, los suelos fértiles, el aire y el agua reciben el nombre de **recursos renovables** porque los materiales que los constituyen se pueden reponer. Estos recursos teóricamente no se agotan con el paso del tiempo, pero en la práctica se convierten en recursos no renovables, por cuanto demoran demasiado tiempo en su recuperación.

### Recursos naturales no renovables

Reciben este nombre aquellos recursos cuyos materiales no tienen, o aún no se conoce, manera de reponerlos y, por consiguiente, se agotan con el pasar del tiempo. Dentro de

estos recursos se consideran los minerales, el agua, el petróleo y el clima. Este último comprende la radiación solar, la energía del viento y las precipitaciones pluviales.

¿Qué importancia tiene que un recurso sea renovable o no? Es de suma importancia para la continuación de la vida en el planeta conocer si los materiales pueden ser renovables o no, ya que si no lo son o demoran largos períodos para su reposición, estamos obligados a utilizarlos de modo racional, es decir, usarlos como un *medio* de vida y no como un *fin*. El exagerado consumo de los recursos naturales y la actual industrialización conducen a su irremediable extinción si no los utilizamos con la visión de que ellos constituyen un patrimonio de la humanidad.

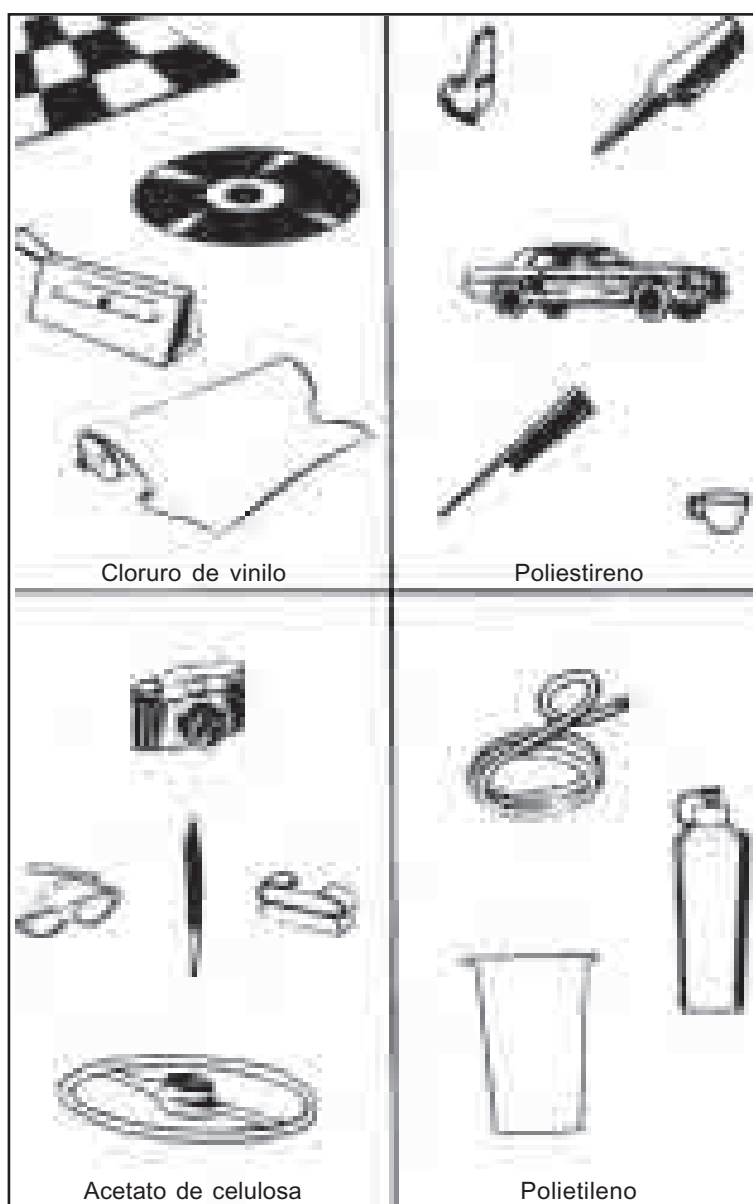


**Figura 6.** Los bosques constituyen un importante recurso renovable.

Hay sustancias como el agua, el gas natural y el petróleo que son productos naturales (aquellos que produce la naturaleza); algunos de ellos son transformados mediante procesos químicos en materiales sintéticos; por ejemplo, del petróleo se obtienen la gran mayoría de los materiales sintéticos que usa el ser humano en casi todas sus actividades.

**Fibras sintéticas.** Se utilizan en la confección de ropa, como el dacrón, rayón, y nailon.

**Polietileno.** Este producto se utiliza en la elaboración de utensilios plásticos y empaques, entre otras aplicaciones.



**Figura 7.** Del petróleo se obtiene una gran cantidad de productos.

**Insecticidas.** Los compuestos de este tipo se emplean principalmente en la extinción de plagas de cultivos.

**Fertilizantes.** Se utilizan en la preparación de terrenos para la agricultura.

**Pinturas.** Las aplicaciones de estas son numerosas, pero la principal es recubrir y enlucir superficies.

**Hule.** Se aplica en la elaboración de llantas y empaques.

**Detergentes.** Éstos son productos para el aseo de diversos objetos.

**Energéticos.** El hogar y la industria emplean ampliamente estos compuestos.

Los productos señalados facilitan varias actividades del ser humano, pero tienen el inconveniente de que no son **biodegradables** y su uso desmedido ha ocasionado un grave problema de contaminación sobre todo de suelos, por la producción de basuras y utilización de fertilizantes, herbicidas, insecticidas y fungicidas.

La contaminación del ambiente es el pago a la irracional industrialización de productos sintéticos. Es urgente la participación de todos en la recuperación y preservación de los recursos naturales antes de que ellos se agoten y pongan en peligro nuestra propia vida.

## 2.5 FUENTES DE ENERGÍA

### Corresponde a la sesión del GA 2.13 (11.2-Q) AL CALOR DE LA CIENCIA

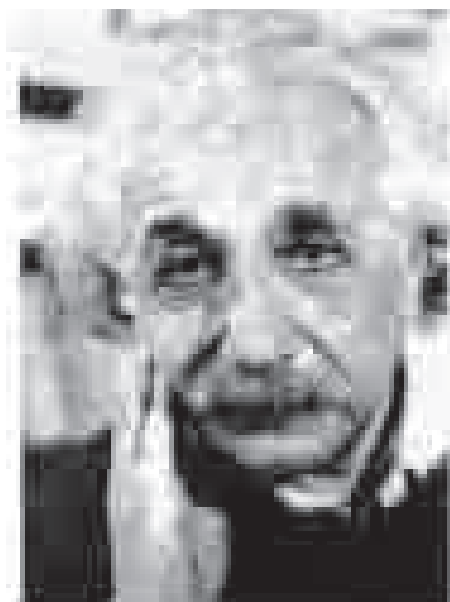
En cualquier cambio físico o químico interviene la energía; el movimiento, por ejemplo, es una prueba de su existencia. La energía es una cualidad de la masa, luego se puede afirmar que todos los cuerpos del Universo la poseen.

La masa y la energía no son propiedades opuestas de la materia; la masa puede transformarse en energía y la energía en masa. La principal fuente de energía de nuestro planeta y del sistema solar es el Sol. En los rayos solares son evidentes la energía luminosa y la energía calórica.

A partir de la energía solar se producen muchos cambios, los cuales ahora parecen poco relevantes, pero que han producido una de las expresiones de relación masa/energía de significado verdaderamente asombroso: la vida.



**Figura 8.** La energía se manifiesta en todos los cambios o procesos físicos y químicos que ocurren en el Universo.



**Figura 9.** Albert Einstein, posiblemente el más grande físico del siglo pasado, reveló al entendimiento de la persona común y corriente una gran verdad: la masa puede convertirse en energía y ésta puede transformarse en materia.



**Figura 10.** El ser humano es una forma de vida.

## Definición de energía

La energía se ha definido como la capacidad de un sistema para producir trabajo. Por tal razón, cuando a un cuerpo se le aplica una fuerza y este cuerpo se mueve, se dice que se ha producido un trabajo y con él una transformación de energía.

## Ley de la conservación de la energía

El viento es una fuente de energía y produce trabajo cuando mueve las hojas de los árboles, las aspas legendarias de los molinos, las velas de los botes y barcos de los aventureros de todos los tiempos, las aspas de los generadores eléctricos, produciendo menor contaminación que otros métodos; las aspas de los molinos holandeses lo cual ha hecho posible la construcción de los *diques* para ganarle terreno al mar.



**Figura 11.** En todo cuerpo que se mueve está presente la energía.

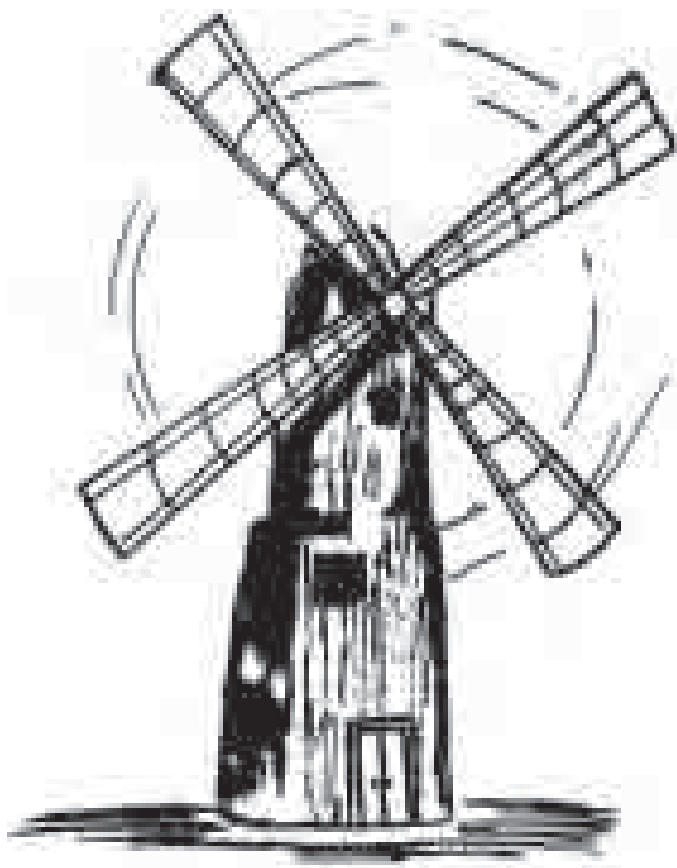
No hay que olvidar que el origen del viento son los cambios de temperatura y presión provocados en el aire por la energía solar, la cual hace posible que el aire se mueva.

Existen múltiples fuentes de energía. En todos los casos se revela al observador una verdad que ha sido enunciada por los científicos de la siguiente manera:

*“La energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma”.*

Dicho enunciado constituye lo que actualmente se conoce con el nombre de la **ley de la conservación de la energía**. El siguiente ejemplo ilustra la admirable verdad y belleza científica que encierra:

*“En el Sol los pequeños átomos de hidrógeno se relacionan entre sí formando otros átomos más pesados, liberando grandes cantidades de energía que viaja por el espacio interplanetario a la sorprendente velocidad de la luz, esto es, a casi 300.000 km/s. Su viaje hasta la Tierra dura un poco más de ocho minutos. En este planeta, las hojas de los árboles y en general los vegetales logran captar esta luz y transformarla en alimentos, además de liberar el agua y oxígeno al ambiente...”*



**Figura 12.** Aplicación de la energía eólica en los molinos de viento holandeses, lo cual permite la construcción de diques.

Si se sitúa el anterior proceso en las eras Paleozoica o Mesozoica, se contemplaría cómo animales grandes y pequeños consumen esos vegetales y, a su vez, son consumidos por otros animales. Esto ocurría tanto en el medio acuático como en el medio terrestre.

A continuación se presenta otra escena que ilustra fenómenos colosales que modifican la corteza terrestre: extensiones enormes de selvas y de praderas marinas son cubiertas por

gigantescas placas rocosas que las aíslan y favorecen la intervención de microorganismos, los que durante millones de años actúan sobre los restos orgánicos hasta convertirlos en vastos yacimientos petrolíferos.



**Figura 13.** Instalación petrolera.

El petróleo así formado es transformado, en el siglo XX y el actual, por un descendiente “afortunado”, el *Homo sapiens*, nombre científico con que se conoce al ser humano.

A partir del petróleo se obtienen plásticos, pinturas, fibras, gasolina y otros materiales. En cada uno de estos productos se encierra la energía proveniente de la estrella solar.

Para ilustrar los cambios de energía, se puede citar como ejemplo lo que ocurre en el interior del motor de un automóvil: ahí un chispazo provoca una fuerte explosión, ello origina que los pistones muevan al cigüeñal, el cual, a su vez, transmite su movimiento a otros mecanismos complejos que, en conjunto, logran que el vehículo se desplace.

Asimismo, las bandas y las poleas del motor transmiten su movimiento al generador, aparato que transforma dicho movimiento en electricidad; parte de ésta se hace llegar, a través de un cable, hasta la batería del auto recargándola para cuando sea necesario usarla de nuevo.

Esa misma electricidad se transforma en luz cuando se hace pasar por un alambre delgado de un material especial que está dentro de una bombilla a la cual se le ha formado un vacío parcial.

Cuando en forma repentina, una pelota pasa ante el auto, apuradamente el conductor acciona el pedal para frenar y espera que el niño que viene corriendo tras ella la recoja.



Detrás del primer vehículo, otro conductor, impaciente, acciona el pito tratando de apurarlo para que avance.

Sin embargo, debido a la frenada brusca, el motor del auto se ha detenido y es entonces cuando la energía química almacenada en la batería es aprovechada para que, transformada en electricidad, genere un poderoso chispazo que encienda una vez más el motor.

En el ejemplo anterior se destacan múltiples fenómenos que revelan tanto la presencia de diversas fuentes de energía, como la capacidad de esta para transformarse. Algunos mecanismos muestran ciertas propiedades generales de la energía, a saber:

- La energía puede almacenarse.
- La energía puede transmitirse de un cuerpo a otro.
- La energía se manifiesta de diversas formas.



*Figura 14. Energía calórica del interior de la Tierra.*

## 2.6 COMBUSTIÓN

### Corresponde a la sesión de GA 2.14 (12.2-Q) LA COSA ESTÁ QUE ARDE

El fuego ha tenido una gran importancia para la vida humana desde que el hombre primitivo descubrió cómo obtenerlo. Aprender a producirlo y mantenerlo lo llevó a más descubrimientos que fueron cruciales en su existencia.

La **combustión**, es quizás el primer cambio químico que observó el ser humano y que después aprendió a controlar.



*Figura 15. Obtención del fuego por el hombre primitivo.*

En 1773, los experimentos realizados por el químico francés Antoine Laurent Lavoisier demostraron que toda combustión es el resultado de la combinación de un combustible con una parte de aire que participa en este fenómeno; también descubrió que el gas indispensable para que las cosas ardan es el oxígeno. Observó que el mercurio, de color plateado, al ponerse en contacto con este gas, produce una sustancia rojiza. A este fenómeno lo denominó **oxidación**. Por lo tanto, según la teoría de Lavoisier, la combustión es una oxidación cuyo producto final es un óxido.

### **Oxidación**

La oxidación es una reacción química donde se libera energía. La cantidad de energía liberada puede ser poca y producirse lentamente, tanto que no se aprecie, ya que se disipa en el medio circundante, como en el caso de la oxidación del hierro. Por otra parte, la energía generada puede ser tanta que llegue a arder y se manifieste en forma de luz y calor, como en el caso de la combustión de un papel.

### **Combustibles**

A las sustancias que son fuentes de energía se les llama **combustibles**. Ejemplos de éstos son la madera, el gas de la estufa y el papel.

Al elemento que permite la combustión, en este caso el oxígeno, se le llama **comburente**.

Una combustión espontánea ocurre cuando la oxidación es lenta y el calor no se pierde con facilidad sino que, por el contrario, se acumula; en este caso, la temperatura aumentará tanto que ocurrirá la combustión, esto es, aparecerá una llama.

Un ejemplo de este caso es lo que sucede con el aceite de linaza contenido en las pinturas. Las pinturas secan rápido debido a la oxidación del aceite. Si la pintura está expuesta al ambiente, la energía liberada se disipa y se pierde, pero si se envuelve en trapos con pintura la energía se acumulará tanto que puede llegar a la combustión.

Otro caso es el del heno húmedo que se acumula en un pajar. Éste se oxida al fermentarse y acumula calor.

La **respiración** es un caso de oxidación lenta en la cual la producción de energía es moderada y controlada por procesos biológicos.



*Figura 16. La respiración es un tipo de oxidación.*

En resumen, la combustión es una oxidación caracterizada por la manifestación de luz y calor, por ejemplo, el quemar un papel, la madera, el gas de la estufa y la gasolina de los autos.

El ser humano utiliza la combustión como principal fuente de energía. La energía es generada por la combustión de materiales como la gasolina, el petróleo, el carbón y el gas natural. Estos combustibles fósiles se crearon a través del tiempo por la descomposición de restos animales y vegetales prehistóricos sometidos en forma natural, a procesos físicos y químicos.



**Figura 17.** El combustible fósil lo utilizan los medios de transporte como los barcos.

Los derivados del petróleo como la gasolina, el queroseno, los aceites y la parafina, se utilizan para producir electricidad a nivel industrial.

La industria tecnológica, basada en el uso casi exclusivo de productos derivados del petróleo, ha provocado una crisis de materiales energéticos, porque su explotación provoca su extinción.

La situación actual ha obligado a buscar nuevas fuentes de energía. Una de ellas es la energía solar, la cual es utilizada, por ejemplo, en los calentadores y la iluminación de los hogares.

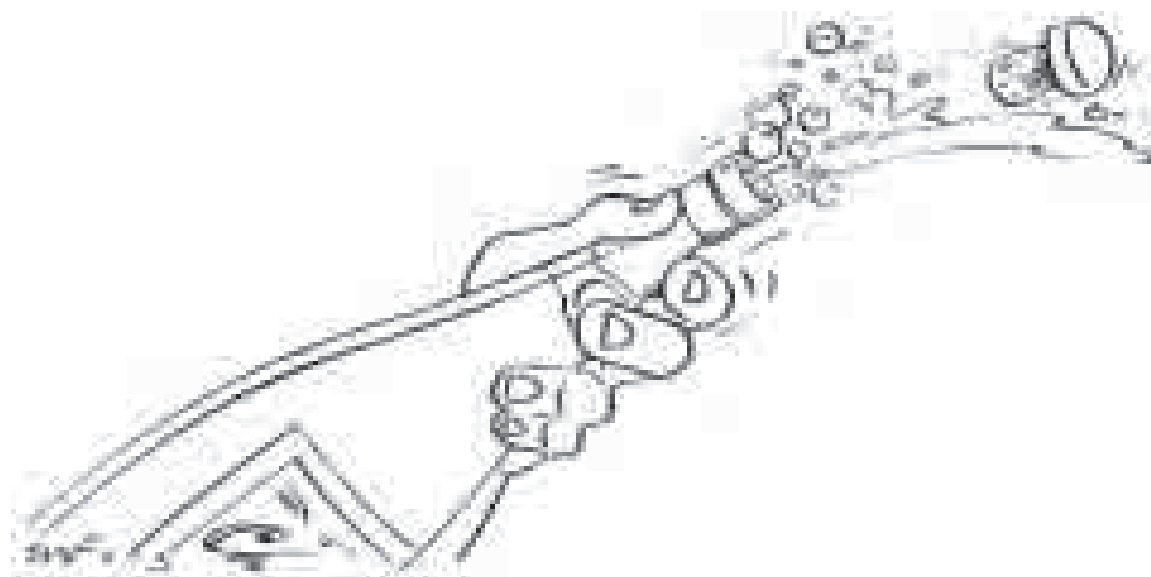
## 2.7 EFERVESCENCIA

### Corresponde a la sesión de GA 2.15 (14.2-Q) QUÉ BURBUJAS

Los cambios físicos y químicos ocurren en todo momento de la vida cotidiana; un fenómeno común es el relativo a la **efervescencia**. Ésta se manifiesta cuando del interior de un líquido se desprenden burbujas de gas sin que haya ebullición.

Algunos ejemplos de efervescencia son evidentes en las reacciones que provocan las presentaciones de varios productos químicos al ponerse en contacto con el agua; tal es el caso de las tabletas efervescentes como los antiácidos, analgésicos o vitaminas: estos productos generan una efervescencia enérgica cuando entran en contacto con el agua.

La efervescencia facilita la distribución homogénea de las sustancias activas del medicamento en el agua. Este hecho asegura una mejor absorción por parte del organismo, logrando con ello que el efecto curativo del medicamento sea más rápido y efectivo.



*Figura 18. En las bebidas embotelladas, por lo general se exagera la sensación placentera de las burbujas, así como el color y el sabor, aunque ello no tenga correspondencia con algún atributo nutricional.*

En otros casos, la sensación “cosquilleante” que producen las burbujas en el paladar de quienes ingieren bebidas efervescentes, es utilizada por los comerciantes para publicitar en forma exagerada bebidas embotelladas como refrescos, aguas minerales o vinos espumosos.

En términos generales, el valor nutricional de estos productos deja mucho que desear, por lo que una limonada o un jugo de fruta bien podrían sustituir a las bebidas “burbujeantes” e, incluso, superar sus características nutricionales.

Tanto en los productos médicos como en las “bebidas burbujeantes” antes citadas, el responsable de esa “ebullición en frío” es un compuesto llamado dióxido de carbono, cuya fórmula química es  $\text{CO}_2$ .

## 2.8 FERMENTACIÓN

### Corresponde a la sesión de GA 2.16 (15.2-Q) COMO QUE HUELE MAL

Estrechamente relacionada con la efervescencia se halla la **fermentación**; en ésta participan microorganismos como levaduras, hongos y bacterias, los que en presencia de una mezcla azucarada, como el zumo de las frutas y bajo ciertas condiciones de temperatura, producen una sustancia llamada zimasa, la cual “rompe” a un azúcar llamado glucosa. Cuando ocurre el rompimiento de este azúcar, dichos microorganismos obtienen energía que utilizan para poder vivir. La sustancia azucarada se descompone y produce alcohol etílico, agua y dióxido de carbono. Cuando el alcohol alcanza una concentración superior al 10%, muchos de esos microorganismos mueren, mientras otros comienzan la descomposición del alcohol hasta convertirlo en vinagre.

En el siglo XIX, el químico francés Luis Pasteur descubrió que los responsables de estos procesos eran ciertos microorganismos. Él mismo inventó un procedimiento sencillo para evitar que dichos microorganismos provocaran pérdidas cuantiosas a los productores de vino de aquel entonces; dicho procedimiento, en honor a su inventor, recibe el nombre de **pasteurización**.



*Figura 19. El químico francés Luis Pasteur.*

La pasteurización consiste en modificar la temperatura del líquido en cuestión, inactivando a los microorganismos y evitando de esta manera la descomposición de los vinos y de algunos productos alimenticios como la leche.

Para el caso de la leche, la temperatura se eleva a 65 °C por un lapso de 30 minutos o a 70 °C por quince minutos.

La industria alimentaria también se ha visto favorecida por los procesos de fermentación; gracias a la presencia de algunas bacterias se producen derivados de la leche cuyas características alimenticias y de sabor los hacen imprescindibles en la dieta; tal es el caso del yogur y de los quesos.



**Figura 20.** El yogur y el queso se obtienen de la fermentación de la leche.

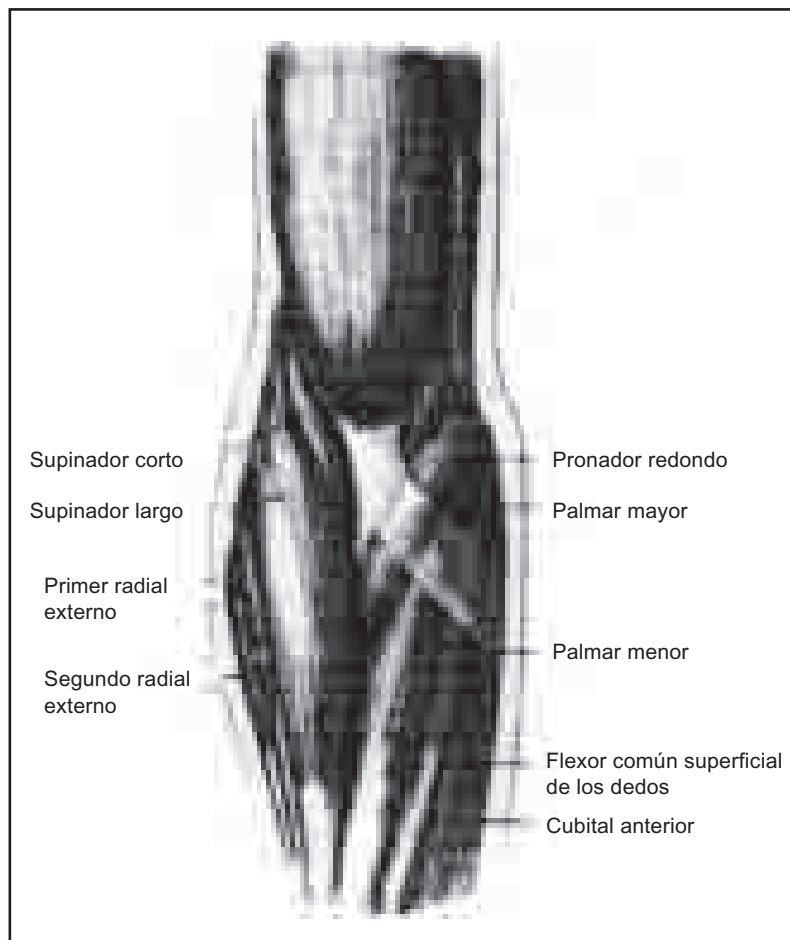
En los llamados músculos esqueléticos del ser humano, y de otros animales, ocurre un tipo de fermentación llamada **láctica** que no está relacionada con los microorganismos referidos anteriormente, sino con un tipo de respiración de las células, llamado **anaeróbico** caracterizado porque se lleva a cabo en ausencia de oxígeno libre.

Este tipo de respiración, menos efectivo en cuanto a la producción de energía que se lleva a cabo en presencia del oxígeno, recibe el nombre de *glucólisis anaeróbica*, pues al igual que en los casos descritos para fermentación de los vinos y la leche, la sustancia que funciona como combustible es la glucosa, la cual se rompe, libera su energía almacenada y produce *lactato* y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ).

Durante la glucólisis anaeróbica (o respiración anaeróbica) se libera menos energía que la que se obtiene en la respiración en presencia de oxígeno (también conocida como

respiración *aeróbica*); su ventaja consiste en que cuando el organismo realiza una actividad muy intensa, como pudiera ser el caso de una carrera de velocidad de 100 m, y la exigencia de energía es tan grande que la respiración aeróbica es lenta, no alcanza a suministrarla con la oportunidad necesaria. Es aquí donde la glucólisis anaeróbica se hace presente, ya que es un proceso rápido que dota al cuerpo con la energía requerida en tales circunstancias.

Si el ejercicio es muy intenso y no permite que el organismo se restablezca, se acumula ácido láctico, éste produce la sensación de fatiga, dolor y, en ciertos casos, calambres musculares. Estos síntomas suelen desaparecer con el tiempo conforme dicha sustancia es eliminada.



**Figura 21.** En los músculos esqueléticos también está presente la fermentación.

Por otra parte, la importancia de las fermentaciones es muy grande; sin ella la vida no se manifestaría tal como se conoce actualmente. Los científicos coinciden en afirmar que los primeros seres vivos fueron anaeróbicos, es decir, que obtenían su energía para poder vivir de la descomposición de las sustancias del ambiente, sin la intervención del oxígeno libre.

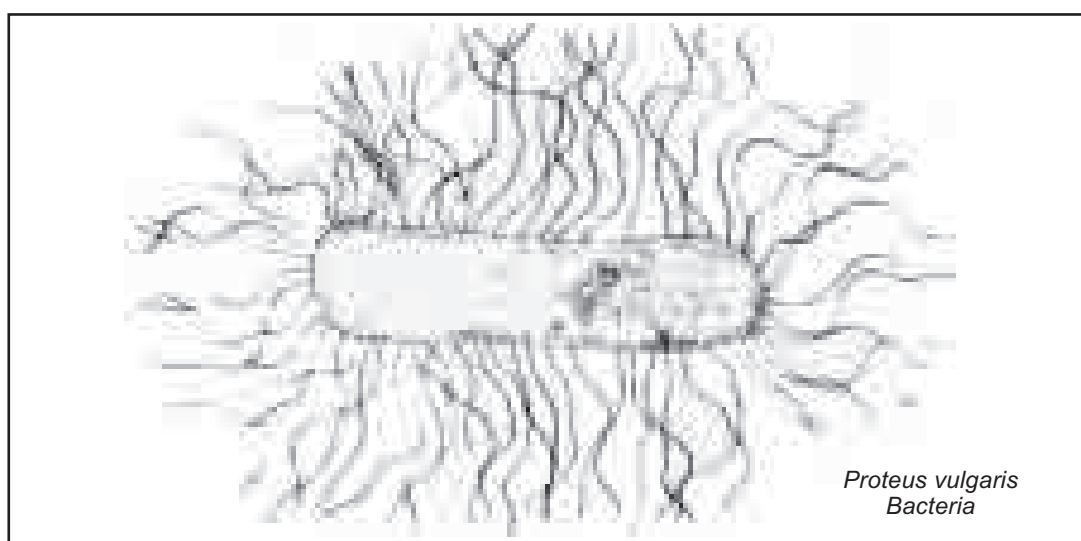




**Figura 22.** La acumulación del ácido láctico produce la sensación de fatiga muscular.

En la actualidad, una gran cantidad de seres vivos que pueblan el planeta son aeróbicos, pero de no ser por aquellos antepasados anaeróbicos primitivos, su existencia y diversidad quizás jamás se hubieran manifestado como ahora se conocen.

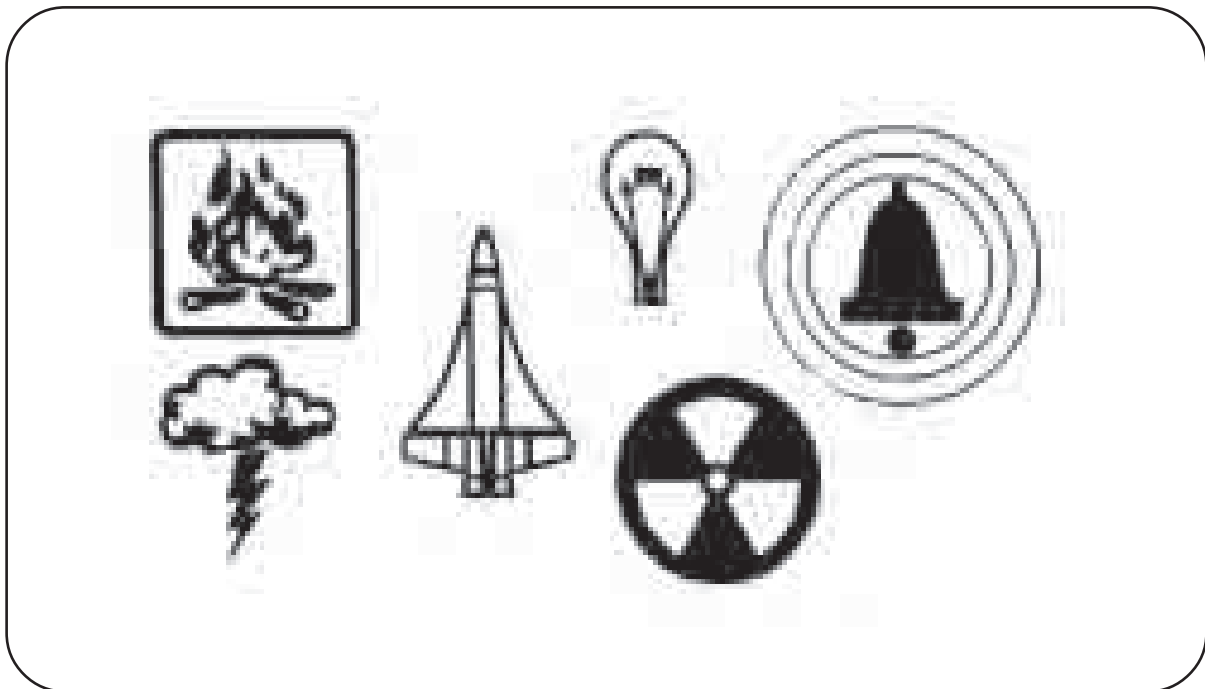
Conviene señalar, además, que los microorganismos anaeróbicos tienen una gran importancia ecológica, pues gracias a ellos se descomponen muchos desechos orgánicos de los seres que mueren, lo cual permite restituir a la naturaleza grandes cantidades de masa y energía, asegurando con ello su ciclo constante.



**Figura 23.** Los primeros seres vivos que existieron en el planeta obtenían su energía anaeróbicamente.

## Capítulo 3

### NOCIONES BÁSICAS DE ENERGÍA



La energía se manifiesta de diferentes maneras en la naturaleza, a veces como luz, otras como calor y de muchas formas más.

Cuando se manifiesta en forma de calor se presenta transferencia de energía de un cuerpo de mayor temperatura a otro de menor temperatura. El calor se propaga de diferentes maneras: a través del vacío o de los materiales (ya sean sólidos, líquidos o gases).

Cuando el calor provoca un aumento de temperatura en los cuerpos, éstos se dilatan en forma lineal, superficial o cúbica, dependiendo de la proporción entre sus dimensiones.

*"La energía total en el Universo es constante".*  
Leibnitz.

### 3.1 TIPOS DE ENERGÍA

#### Corresponde a la sesión de GA 3.18 (73.1) DISTINTOS PODERES

En la naturaleza se producen incesantes procesos de transformación; dichos cambios están ligados a la energía, pues las transformaciones que sufren los cuerpos en cuanto a su estructura o estado físico se deben a ésta.

El sistema ambiental integra lo social, lo económico, lo político, lo cultural y lo biofísicoquímico, este último aspecto caracteriza el suelo, el agua, el aire, la flora y la fauna, y es aquí donde el estudio de la energía hace su aporte decisivo. Por tal motivo, el concepto de ambiente es de suma importancia siempre y cuando se encuentren sus componentes elementales como son los factores bióticos y abióticos enlazados por medio de los intercambios de energía y composición de la materia.

Es el Sol la fuente primaria de energía para nuestro planeta; por medio de la fotosíntesis los vegetales transforman la energía solar en energía química y todos los seres vivos, a través de la respiración, adquieren la energía contenida en los alimentos.

La actividad de los seres vivos es controlada por la energía contenida en el medio, especialmente la contenida en los alimentos. Para que un organismo pueda vivir, tiene que estar transformando la energía constantemente. Seguramente un sociólogo diría que lo importante en el ambiente es la comunicación y la cultura a través de las costumbres, valores y creencias; un economista, que lo importante es el mercado con el manejo de dinero; un político, diría que la organización política y administrativa del país; y para un físicoquímico, seguramente el movimiento del mundo a través de la energía.

La capacidad que tiene un cuerpo para realizar un trabajo (un cambio físico o químico), se le conoce como **energía**.

Las diferentes formas de energía se agrupan en dos clases: **cinética** y **potencial**. Además existe una tercera clase que es la energía que se transfiere de un cuerpo a otro (sin que éstos la posean): es la energía **calórica**. Al hablar de la **energía mecánica** de un cuerpo, nos estamos refiriendo a las energías cinética y potencial.

La **energía cinética** es la que tiene un cuerpo en virtud de su velocidad. La **energía potencial** está asociada a la posición de un cuerpo o a su constitución, es la energía almacenada (o latente) en el cuerpo. Dentro de la energía potencial son muy conocidas la potencial **gravitacional** y la potencial **elástica**.

Veamos lo que sucede con la energía que posee cierta cantidad de combustible:

- Por el hecho de ser un combustible ya tiene energía potencial. En este caso, energía potencial **química**.

Si este combustible se encuentra a determinada altura sobre un punto que hemos tomado como referencia, entonces tiene energía potencial **gravitacional**. Y si se encuentra comprimiendo (o alargando) un cuerpo **elástico**, el combustible tienen energía potencial **elástica**.

- Si este combustible se encuentra en movimiento, con respecto a un punto de referencia, tiene energía **cinética**.
- Si se coloca en contacto con otro cuerpo que tiene diferente temperatura, entonces habrá calor, es decir, pasará energía calórica del cuerpo de mayor temperatura al de menor.

Una vez llega calor al cuerpo más frío, éste puede aumentar su temperatura o realizar un trabajo. Por ejemplo, cuando el agua recibe calor, aumenta su temperatura hasta cuando comienza a hervir; si sigue recibiendo calor, su temperatura no aumenta, pero entonces realiza un trabajo, haciendo expulsar el agua hacia su exterior, en forma de vapor.

Algunas formas de energía son:

**Energía solar:** es la energía atómica liberada por fusión del hidrógeno procedente del Sol.

El Sol es la fuente de energía para el planeta Tierra, es como una bomba que transforma hidrógeno en helio liberando una gran cantidad de energía; dentro de esta energía se encuentra la lumínica y la calórica.



**Luminosa:** es energía radiante y se conoce como luz; ejemplos de cuerpos que emiten energía luminosa: el Sol, una bombilla, un rayo en medio de una tormenta y un combustible ardiendo.

La fotosíntesis es transformación de moléculas inorgánicas simples como el agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) y el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) en moléculas orgánicas complejas como la glucosa, en presencia de la luz.

**Calorífica:** es la asociada con el movimiento caótico de los átomos y de las moléculas que transfiere de un objeto de mayor a otro de menor temperatura. Por ejemplo, cuando el agua recibe calor, ésta aumenta el movimiento en sus moléculas, aumentando su temperatura, siempre que no se encuentre en un cambio de estado.

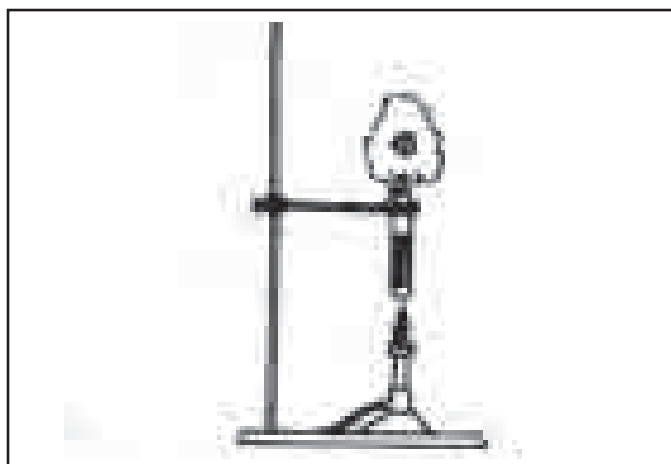
**Eléctrica:** es un tipo de energía que hace posible el funcionamiento de motores, aparatos y el alumbrado eléctrico. Esta forma de energía es suministrada por plantas, pilas y baterías eléctricas.

**Potencial gravitacional:** es la energía que posee un cuerpo por el hecho de encontrarse a determinada altura sobre un punto de referencia, en un sitio donde existe gravedad.

**Potencial elástica:** es la energía potencial que posee un cuerpo que se encuentra en el extremo de un cuerpo elástico comprimido o estirado.

**Química:** es la energía contenida en los enlaces de los átomos que forman las moléculas. Se manifiesta en los cambios químicos; es decir, cuando unas sustancias se transforman en otras.

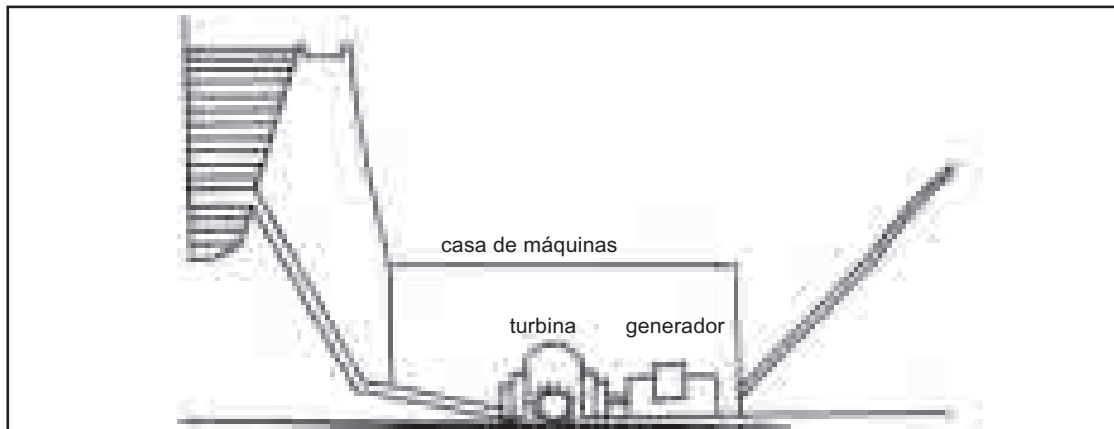
Las plantas sintetizan por medio de la energía solar moléculas de un azúcar llamado glucosa, las cuales al producirse el dióxido de carbono y agua durante la respiración liberan la energía contenida en los enlaces químicos.



*Figura 1. Representación de la energía química.*

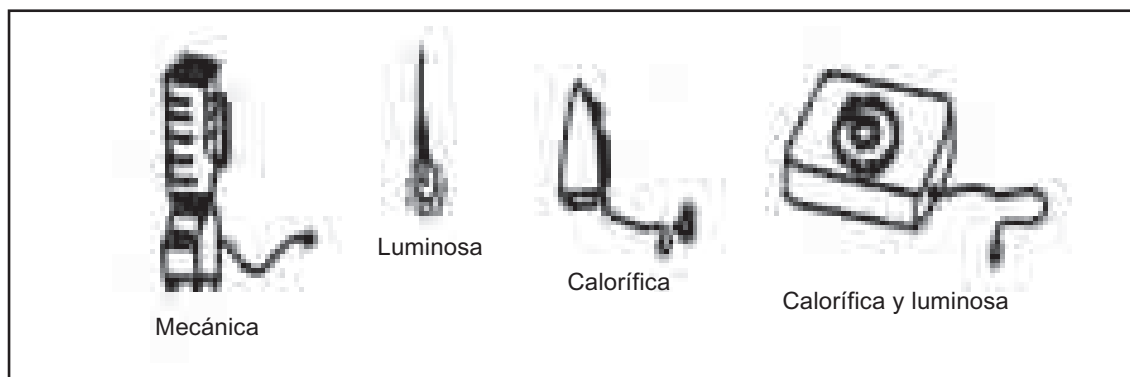
En una central hidroeléctrica la presa donde se almacena el agua posee energía potencial gravitacional, por estar a determinada altura; existe una tubería que conduce el agua de la parte superior a la inferior donde se encuentran las turbinas, en la parte inferior el agua en movimiento posee energía cinética; ha sucedido una transformación: el paso de energía potencial a cinética. Ahora, esta energía cinética del agua se transforma en energía cinética de rotación en las turbinas de la planta generadora; ésta a su vez se transforma en energía eléctrica, la cual se transporta a través de los cables de conducción a las diferentes regiones, pueblos y ciudades para ser utilizada.

En los hogares, la transformación de la energía eléctrica es múltiple.



**Figura 2.** Sistema de una presa que usa y transforma energía.

La humanidad cada día necesita más agua y de buena calidad para sus necesidades y



**Figura 3.** Ejemplos de aparatos que transforman energía.

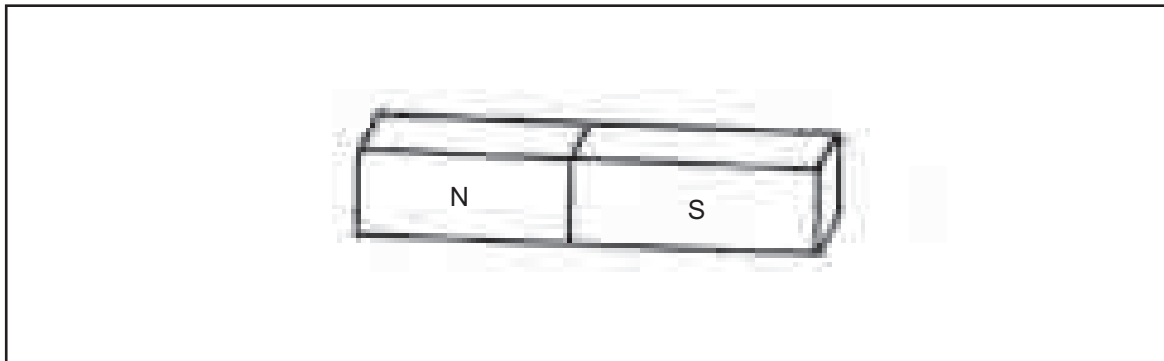
para el desarrollo tecnológico. Con el crecimiento demográfico, el consumo y el abuso de las aguas ha llegado al extremo verdaderamente preocupante. Así que sin darnos cuenta nos estamos quedando sin el líquido más importante para nuestra supervivencia. Con la construcción de presas, se nos presentan grandes problemas ambientales que merecen importantes estudios para su solución. El embalse es un gran depósito que se forma artificialmente para almacenar el agua de los ríos, arroyos, caños, quebradas y corrientes pequeñas que son sus afluentes (se habla de embalsar agua en una presa); el contenido líquido se destina a usos diversos, como el suministro de agua potable en forma directa o a través de los acueductos, en la producción de energía eléctrica, el deporte, el turismo, la pesca. Uno de los problemas por resolver es el siguiente: ¿es inagotable el agua, siendo que presenta sus ciclos de evaporación, precipitación y evaporación? Con una investigación rigurosa para mantener un prudente respeto hacia el equilibrio ambiental podemos obtener un aprovechamiento racional de los embalses y en general de los recursos naturales.

## 3.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS IMANES

### Corresponde a la sesión de GA 3.19 (74.1) LOS ATRACTIVOS

Hace más de 2 500 años, en Asia Menor existía un lugar llamado Magnesia, donde abundaba una clase de piedra negra con la propiedad de atraer ciertos objetos metálicos.

Este mineral es un compuesto de hierro (magnetita) que se le conoce con el nombre de **imán**.



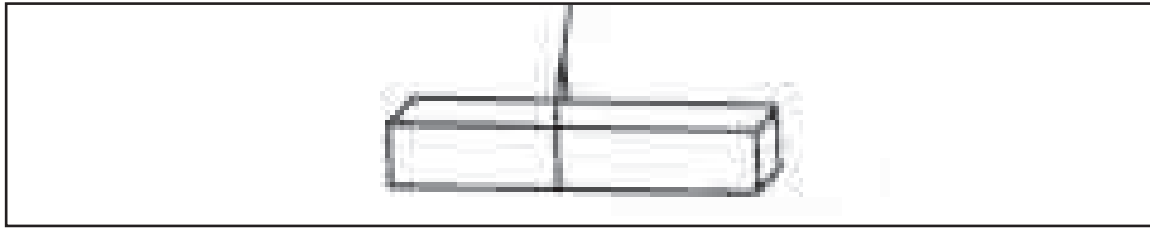
*Figura 4. Imán.*

Los **imanes naturales** son los que se presentan en la naturaleza, sin que hayan sido elaborados por el ser humano.

Una manera de construir un imán es poner en contacto por cierto tiempo una barra de hierro o acero con la magnetita o con otro imán permanente; éstos adquieren las propiedades de la magnetita por un tiempo, obteniéndose así un **imán artificial**.

En la actualidad, los imanes artificiales pueden ser permanentes o temporales. Aquellos que no pierden las propiedades magnéticas una vez se interrumpe el campo magnético que lo generó, constituyen los imanes permanentes, como sucede cuando el acero se imanta. Los que pierden la imantación una vez cesa la influencia del **campo magnético** generado por otro imán son los **imanes temporales**; esto sucede con el hierro dulce.

Se ha llegado a un acuerdo internacional según el cual cada imán tiene dos polos magnéticos. Para determinar los polos magnéticos de un imán, éste se cuelga de un hilo (o se apoya sobre una aguja) por su parte media; la región del imán que se orienta hacia el polo Norte geográfico de la Tierra, corresponde al polo norte magnético del imán. Esto, porque la Tierra se comporta como un gran imán, teniendo su polo sur magnético muy cerca al polo Norte geográfico.



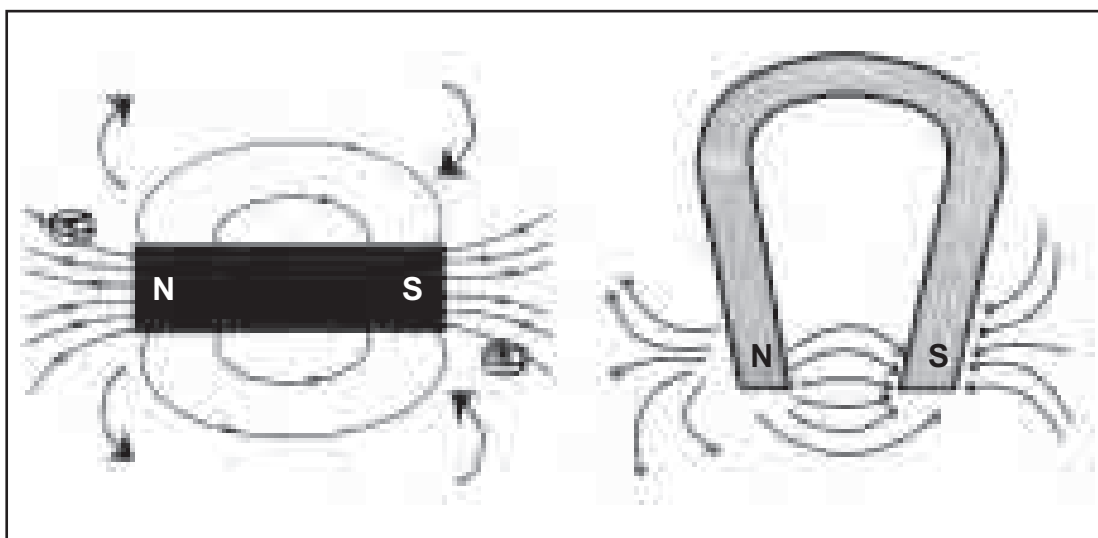
**Figura 5.** Determinación de los polos de un imán.

Si un imán se rompe para separar su polo norte del polo sur, se observa que no es posible separarlos, porque cada pedazo automáticamente será un nuevo imán, con sus dos polos.

Cuando se acerca el polo de un imán al polo de otro, si ambos son nortes o ambos son sur, entre los dos habrá repulsión; pero si un polo es norte y el otro polo es sur, habrá atracción. Polos magnéticos de una misma nominación se repelen y de nominaciones diferentes, se atraen.

Cuando se coloca una hoja de papel sobre un imán y sobre ella se espolvorean limaduras de hierro se forman unas líneas llamadas **líneas de fuerza magnéticas**; estas líneas son una forma de representar el **campo magnético**, tanto en su valor como en la dirección.

Los imanes influyen sobre el espacio que los rodea, este espacio así influenciado se denomina campo magnético. Si se coloca un imán en un campo magnético, el imán se orientará en la dirección en que están las líneas de fuerza magnéticas. El campo magnético se define como aquel lugar del espacio donde se ejerce influencia sobre un polo magnético de prueba.



**Figura 6.** Líneas de fuerza del campo magnético.



Las propiedades que poseen los imanes se aplican en una gran variedad de aparatos como: brújulas, teléfonos, telégrafos, timbres eléctricos y transformadores, entre otros.

Siempre dos cuerpos, por el solo hecho de serlos, se atraen mutuamente; cuanto mayor es la masa de uno de los cuerpos o de ambos, la fuerza de atracción de uno de ellos sobre el otro, es mayor; a estas dos fuerzas se les llama **fuerzas gravitacionales**, como las fuerzas con que la Tierra atrae a un cuerpo y la fuerza con que ese mismo cuerpo atrae a la Tierra. No existen fuerzas gravitacionales de repulsión.

Además de las fuerzas gravitacionales, existen otros tipos de fuerzas, las **fuerzas magnéticas**, que suceden entre los polos de los imanes; estas fuerzas pueden ser de atracción o de repulsión.

Hay un interesante hecho respecto al campo magnético de la Tierra, que tiene sus repercusiones en el ambiente, es el caso de la variación en la intensidad y en la posición de sus polos magnéticos. El siguiente metarrelato nos da una idea al respecto:

## LOS ESQUIVOS POLOS MAGNÉTICOS DE LA TIERRA

De la revista **CIMPEC**

Desde el invento de la brújula y el posterior descubrimiento del magnetismo terrestre, durante siglos se creyó que el polo sur magnético de nuestro planeta era un punto fijo e invariable hacia donde se dirigía la aguja imantada y aun en el siglo XIX no faltaron quienes afirmaban con toda propiedad que justo en el polo Norte geográfico yacían enormes yacimientos de hierro por cuya razón la aguja marcaba ese punto exacto. Sin embargo, el perfeccionamiento de la geodesia y en particular el desarrollo de los instrumentos de agrimensura por una parte, y por otra, los descubrimientos adelantados por las expediciones polares permitieron demostrar que los polos magnéticos emigran constantemente sobre las regiones polares. En tal sentido se ha hecho imprescindible seguirle los pasos con la mayor frecuencia ya que, al contrario de lo que se puede imaginar, sus desplazamientos no son regulares y en este mismo momento, según geofísicos canadienses, se encuentra muy lejos del sitio en que presuntamente se esperaba que estuviese, de acuerdo con los reportes de su continua trayectoria.

-1-

La revista CIMPEC es una publicación trimestral del Centro Interamericano para la Producción de Material Educativo y Científico para la Prensa, ahora se encuentra fuera de circulación.

La Tierra se comporta como si fuera un imán gigantesco, creando, como todo imán, un campo magnético; prueba de este campo es la capacidad que él tiene de orientar la aguja de una brújula. De ahí que se hable del magnetismo terrestre.

El polo sur magnético de la Tierra está situado, relativamente, muy cerca del polo Norte geográfico, a una distancia aproximada de 2 000 km, en la parte norte de Canadá, cerca del Círculo Polar, como se puede constatar con un globo terráqueo.

La geodesia es la ciencia que estudia la forma y dimensiones de la Tierra. La geodesia espacial es un conjunto de técnicas de medida, realizadas con la ayuda de satélites artificiales.

Afirma Larry Newitt que el polo sur magnético se ha trasladado en dirección noroeste más de 800 km desde 1904, año en que se inició el estudio de esa particularidad. Los científicos atribuyen esta migración a largo plazo y sin seguir una trayectoria predecible a los complejos movimientos del plasma interior de la Tierra. Por otra parte se considera también que el movimiento errátil, en el cual el polo sur magnético puede desplazarse hasta 80 km en un solo día, es además inducido por el movimiento de las partículas cargadas eléctricamente que son atrapadas por el campo geomagnético en la atmósfera superior en una proporción y frecuencia desconocidas.

Sea oportuno aclarar que este movimiento hasta ahora considerado arbitrario, en nada se relaciona con la variación periódica del eje de la Tierra, en lo que se denomina movimiento de precesión.

Para dar más o menos una idea clara de la posición media del polo sur magnético, se dio, en mayo de 1984 una posición de 77° latitud Norte y 102,3° longitud Oeste. En 1973, cuando se había dado otra posición promedia, el polo magnético se encontraba a 76° Norte 100,6° Oeste.

Naturalmente que el polo sur magnético también cambia de sitio.

-2-

*Investigador del Departamento de Energía, Minas y Recursos de Ottawa, Canadá.*

*Tres son los estados fundamentales en que puede estar la materia, pero se considera un cuarto, el plasma; es como una especie de gas totalmente ionizado. La denominación procede del hecho de que un gas altamente ionizado es sede de oscilaciones de carga de espacio asimilable a las oscilaciones de un medio gelatinoso. Hoy es posible producir plasmas artificiales, en las explosiones nucleares.*

*El eje de nuestro planeta no apunta siempre hacia al mismo punto sino que describe un ciclo completo cada 26 000 años; a este movimiento, tal como lo realiza un trompo al cabecear, se le denomina precesión.*

### 3.3 FENÓMENOS ELECTROSTÁTICOS

Corresponde a la sesión de GA 3.20 (75.1) CAMBIOS OCULTOS

La **electricidad** estudia el comportamiento de las cargas eléctricas y es una de las partes en que se divide la física para su estudio. La **electrostática** se encarga de estudiar los fenómenos que se presentan entre cargas eléctricas cuando éstas se encuentran en reposo y es una de las partes en que se divide la electricidad para su estudio.

Los cuerpos se pueden cargar eléctricamente por frotamiento, por ejemplo, cuando una persona se peina, el cepillo o peine atrae al cabello, como también atrae pedacitos de papel o de icopor; esta atracción se atribuye a la carga eléctrica que ha adquirido el cepillo.

Otro caso en el que se presenta un **fenómeno electrostático** es el que se manifiesta a través del roce entre dos nubes en una tormenta eléctrica. Las nubes después del roce se cargan eléctricamente; cuando se encuentra una nube con otra cargada o con cuerpos eléctricamente neutros, se percibe un fenómeno, mediante un sonido estruendoso (trueno) y una emisión de luz (relámpago).



*Figura 7. Fenómenos electrostáticos.*

Las cargas eléctricas que hacen parte de los cuerpos son las causantes de las fuerzas eléctricas (e incluso las magnéticas) de atracción o repulsión que existen entre dos cuerpos. Un cuerpo eléctricamente neutro tiene el mismo número de protones que de electrones; la carga eléctrica del protón y la del electrón son de igual valor, pero la del protón es positiva y la del electrón negativa.

Los protones junto con los neutrones se encuentran en el interior del núcleo atómico. El protón tiene una masa mucho mayor que la del electrón (unas 2 000 veces); además, el electrón, o los electrones, se encuentran orbitando alrededor del núcleo; estos hechos hacen que sean los electrones los que tengan mucha más facilidad de moverse entre los átomos que constituyen un cuerpo. Así pues, un cuerpo está cargado eléctricamente positivo, cuando sus átomos tienen menos electrones de los que tiene en su estado natural, porque ha entregado electrones a otro cuerpo; un cuerpo está cargado negativamente, cuando sus átomos tienen más electrones de los que tiene en su estado natural, porque ha recibido electrones; obsérvese que no se habla del intercambio de los protones, sólo de los electrones.

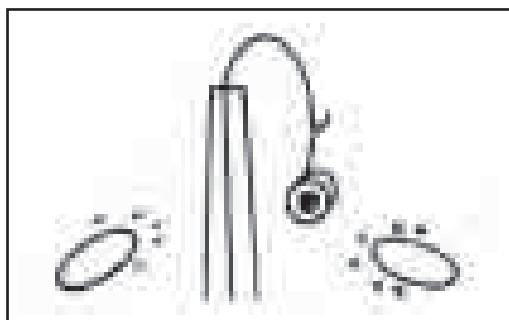
En resumen, cuando un cuerpo tiene exceso o déficit de electrones, se dice que está cargado eléctricamente; si tiene un exceso de electrones entonces se habla de un cuerpo **cargado negativamente** y si tiene un déficit de ellos, está **cargado positivamente**.

Cargas eléctricas de un mismo signo se repelen entre sí y de signos contrarios se atraen. Así, un cuerpo A cargado positivamente atrae a un cuerpo B cargado negativamente, al

tiempo que este cuerpo B atrae al cuerpo A. Un cuerpo cargado positiva o negativamente atrae a cuerpos eléctricamente neutros.

Para quitar el exceso de carga de un cuerpo y dejarlo neutro, es necesario “hacer tierra”; es decir, hay que colocarlo en contacto con el suelo.

En el laboratorio se utiliza el **péndulo eléctrico** para observar algunos fenómenos electrostáticos.



*Figura 8. Péndulo eléctrico.*

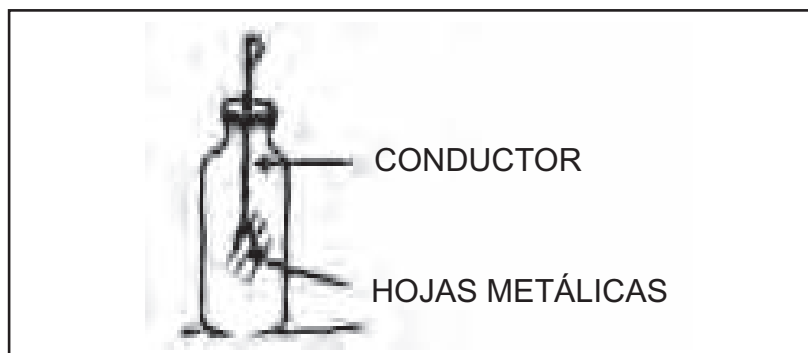
El péndulo eléctrico está constituido por una bola liviana (generalmente de icopor) suspendida de un hilo de seda.

Si cargamos la bolita positivamente, será atraída por cuerpos que se encuentran cargados negativamente y repelida por los que se encuentren positivamente. Si la cargamos negativamente, será atraída por cuerpos que se encuentran cargados positivamente y repelida por los que se encuentran cargados negativamente. La bola, que en su estado natural es neutra va a ser atraída por cuerpos que se encuentran cargados positiva o negativamente.



*Figura 9. Rechazo y atracción de cargas eléctricas.*

Otro aparato que se utiliza en el laboratorio para apreciar los fenómenos electrostáticos es el electroscopio, que consta de un conductor con dos hojas metálicas suspendidas de él. Cuando se acerca o se pone en contacto el conductor con un cuerpo cualquiera, las láminas se separan si el cuerpo está cargado eléctricamente. Si se acerca un cuerpo neutro, las láminas permanecen paralelas, sin separarse.



*Figura 10. Electroscopio.*

Finalmente, es importante mencionar que los fenómenos electrostáticos no se dan de manera aislada y por casualidad, sino que obedecen las propiedades que suceden entre cargas eléctricas.

Además de las fuerzas gravitacionales y las fuerzas magnéticas, existen las fuerzas eléctricas que suceden entre las cargas eléctricas; estas fuerzas pueden ser, al igual que las magnéticas, de atracción y de repulsión. A las fuerzas eléctricas y magnéticas se les llama **fuerzas electromagnéticas**.

Las fuerzas gravitacionales y las electromagnéticas son dos de las fuerzas fundamentales que existen en la naturaleza, las otras dos suceden en el núcleo de los átomos.

Además de las innumerables leyendas alrededor del rayo y de sus interpretaciones míticas, la mayoría de ellas con un gran valor científico por los procesos de investigación que llevan implícitas, desde hace mucho tiempo el ser humano se ha preocupado científicamente por el fenómeno del rayo para darle su explicación, predecirlo y modelarlo, con el fin de proteger vidas, evitar daños en equipos, en centrales y redes eléctricas, prevenir incendios forestales y en general avanzar en su conocimiento.

El rayo es una descarga eléctrica, se presenta como consecuencia de la interacción de cargas eléctricas entre nubes o entre éstas y la Tierra. El roce que produce el movimiento de las nubes hace que un volumen considerado de ellas se carguen eléctricamente, al tiempo que otras lo hacen negativamente. Cuando tratan de neutralizarse, se presentan las descargas eléctricas; al sonido se le denomina trueno y al resplandor luminoso relámpago.



**Figura 11.** El rayo es una descarga eléctrica.

Cuando una nube cerca de la superficie de la Tierra está cargada negativamente, una corriente de electrones llega a la Tierra; cuando la nube cerca de la superficie de la Tierra está cargada positivamente, electrones de la Tierra salen hacia la nube.

El Magdalena medio es una de las regiones donde se presenta una actividad de rayos que está entre las mayores del mundo.

Ante una tormenta eléctrica, algunas medidas de protección que se puede tomar son:

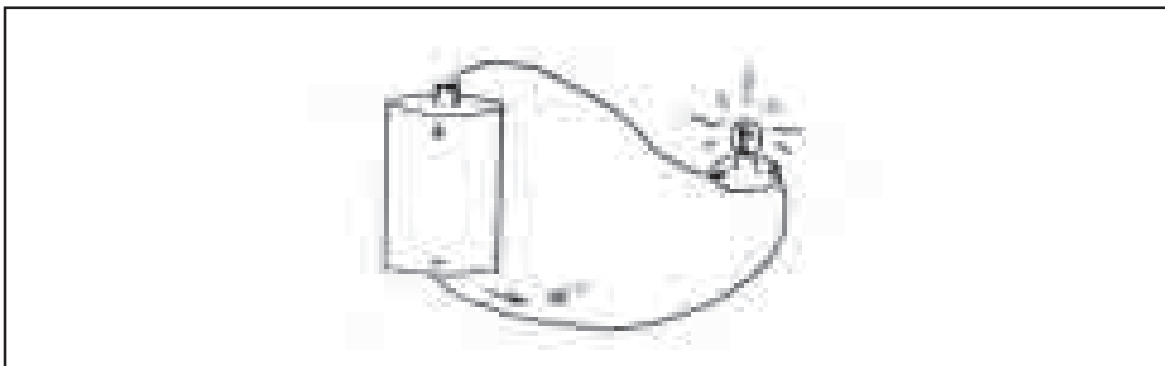
- No permanezcas en la intemperie durante las tormentas.
- Refúgiate en edificaciones, que no estén localizadas en las cimas de las montañas ni tengan puntas sobresalientes.
- Utiliza viviendas y edificaciones que utilizan sistemas de pararrayos.
- Utiliza refugios subterráneos.
- Utiliza automóviles y otros vehículos cerrados, con carrocería metálica.
- Evita construcciones que estén a menos de 40 m de árboles altos.
- No utilices tiendas de campaña y refugios temporales sobre todo si estos están situados en alguna cima de montañas. Busca edificaciones y refugios en zonas bajas.
- No te acerques a postes, torres de energía, líneas eléctricas, cables aéreos, cercas ganaderas, mallas eslabonadas, vías de ferrocarril y tendederos de ropa. Evita árboles aislados, es preferible zonas pobladas de árboles.
- Abstente de utilizar piscina, presas o lagos.
- Si es imposible tomar la mejor de las medidas, aísla tu cuerpo del suelo, no escampes bajo un árbol.
- De ser posible, desconecta los artefactos eléctricos y electrónicos.
- Sobre todo, consulta al Instituto Colombiano de Normas Técnicas, ICONTEC, y al IDEAM, Instituto de Asuntos Ambientales.

### 3.4 CIRCUITOS ELÉCTRICOS

#### Corresponde a la sesión de GA 3.21 (76.1) CÍRCULOS CORRIENTES

Si se conecta una bombilla a una pila mediante cables, se produce una reacción química en el interior de la pila, en ella se manifiesta su energía química. Dicha energía se transforma en energía eléctrica, que consiste en el flujo de electrones, que salen del polo negativo de la pila, viajan a través de los cables y se dirigen hacia el polo positivo de la pila; cuando circula corriente por el filamento de la bombilla, por la fricción, éste se recalienta hasta tal punto de volverse luminoso.

Un **circuito eléctrico** está constituido, básicamente, por un **generador** y los **receptores**.



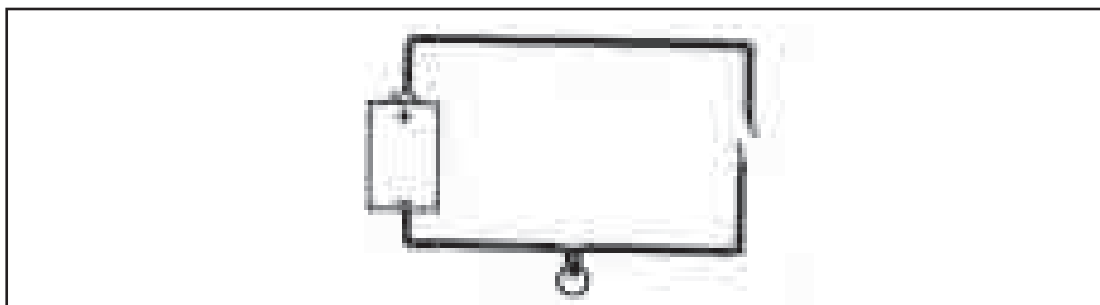
*Figura 12. Circuito eléctrico cerrado.*

En este caso la pila es el **generador**, porque es la fuente de corriente eléctrica; los cables son los **conductores** de las cargas, que, junto con la bombilla, son los **receptores**; estos elementos, al mantener una corriente eléctrica, constituyen un circuito eléctrico.

Si en el circuito de la figura anterior se corta uno de los cables conductores, la corriente eléctrica queda interrumpida, pues las cargas eléctricas ya no se pueden desplazar; por lo tanto, para que exista una corriente eléctrica debe existir un circuito completo, sin interrupción. Cuando dos puntas de un conductor están separadas, se dice que el **circuito está abierto** y no hay circulación de corriente; cuando hay continuidad, se dice que el **circuito está cerrado**, y hay circulación de corriente.

Para hacer uso de la energía eléctrica, es preciso hacerlo mediante un circuito, pues éste constituye el camino que siguen las cargas eléctricas. El papel que cumple un interruptor, “switch”, es cerrar o abrir el circuito para que pasen o no las cargas eléctricas.

Si el movimiento de los electrones es en una sola dirección, se dice que la **corriente es continua**, cc; si el movimiento de los electrones es vibratorio, sin tener un traslado efectivo, la **corriente es alterna**, ca.



*Figura 13. Circuito eléctrico abierto.*

### 3.5 PROPAGACIÓN DEL CALOR

#### Corresponde a la sesión de GA 3.22 (77.1) COMUNICA EL ARDOR

El calor es una forma de energía que se propaga en el vacío y en los medios materiales. En estos últimos lo hace de diferentes formas, según el estado físico en que se encuentra la materia.

#### Conducción

Cuando se pone a calentar uno de los extremos de un objeto, como una varilla metálica, el calor se transmite a través de él, es decir, al cabo de unos minutos, todo el cuerpo se ha calentado. Esta forma de propagación del calor es característica de los sólidos y se conoce como: **transmisión del calor por conducción**. Las partículas con mayor temperatura tienen mayor vibración que las de menor temperatura; al chocar las frías con las calientes, las más calientes le dan energía a las frías, haciendo que la temperatura aumente en las regiones frías del cuerpo. La conducción se debe a los golpes de las partículas de mayor energía con sus vecinas de menor energía, produciéndose una transferencia de energía (calor) desde la región más caliente a la menos caliente. Análogamente a lo que sucede cuando se colocan verticalmente las fichas de un dominó, una a continuación de la otra, cuando cae la primera, golpea y tumba a su vecina y ésta a la otra y así sucesivamente hasta que todo el movimiento se transmite de la primera a la última, sin que alguna de las fichas cambien de posición. Las fichas hacen el papel de los átomos, y hay que suponer que después del choque los átomos siguen vibrando.

La mayoría de los metales son buenos conductores del calor; otros tipos de materiales como la madera y el vidrio son malos conductores del calor. No se presenta el caso de conductores ni aisladores perfectos del calor.





*Figura 14. Varilla de metal para comprobar la conducción.*

## Convección

En los fluidos (líquidos o gases) el calor se propaga, esencialmente, por convección, donde las moléculas calientes, por estar más separadas (y tener menor densidad) suben y las frías bajan, presentándose un intercambio de posición entre las partículas. Esto se observa cuando se pone a calentar agua, en cuyo interior colocamos una gota pequeña de tinta o algunas partículas en **suspensión**. Con el aire sucede algo semejante en su movimiento, el aire caliente se traslada hacia donde queda el aire frío, y éste se desplaza a donde quedaba el caliente; este hecho da lugar a los vientos Alisios, como se explicó en sexto grado. La convección se caracteriza por el desplazamiento de las moléculas de una posición a otra, cambiando de lugar unas con respecto a otra.

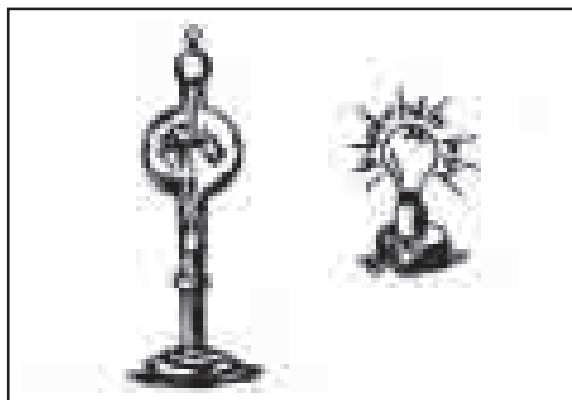


*Figura 15. Aserrín con agua para comprobar la convección.*

## Radiación

El calor también puede propagarse por medio de **ondas electromagnéticas**. Las ondas electromagnéticas son entes inateriales, que se propagan en el vacío y viajan a la velocidad de la luz.

El calor que llega del Sol a la superficie de la Tierra lo hace por radiación, es decir, a través de ondas electromagnéticas.



**Figura 16.** Radiómetro de Crookes y foco.

Cuando exponemos una prenda de color negro a los rayos solares, la mayor parte del calor que recibe se realiza por radiación; aun cuando también recibe una pequeña parte por conducción y por convección. El color negro absorbe la gran mayoría de los rayos luminosos que le llegan, a diferencia del blanco que refleja la mayoría de los rayos luminosos que le llegan; ésta es una de las razones por las cuales en verano se utiliza ropa de colores claros y en invierno de colores oscuros.

Los osos polares que están recubiertos por una piel negra seguido de un pelo de color blanco tienen su explicación científica: la negra absorbe el calor del cuerpo y contribuye a que permanezca caliente y la blanca refleja el frío exterior, contribuyendo a que el frío no llegue.

En los fluidos, como el aire, el calor se propaga por las tres formas: radiación, conducción y convección. Por radiación, a través del espacio interatómico e intraatómico; por conducción, a través de la mayor vibración de las moléculas del medio; por convección, por cuanto hay intercambio de posición entre las moléculas que constituyen el aire; aunque el mayor porcentaje de la propagación se realiza por convección.

El radiómetro de Crookes consta de una bomba de vidrio transparente en cuyo interior se encuentran cuatro láminas; cada una de las láminas están pintadas, una de las caras de negro y la otra de blanco en forma alternada. Con este radiómetro se puede constatar, en forma cualitativa, la cantidad de calor recibida por las láminas. Cuando las láminas reciben calor, las caras negras se calientan más que las blancas; en estas condiciones, el aire que rodea las caras negras obtiene mayor temperatura, se expande más y, al hacerlo, empuja con más fuerza a las caras negras que a las blancas, poniendo las láminas a girar. Cuanto mayor es la radiación solar, mayor es el giro de las láminas.

Cuando a un vaso con agua se le agrega hielo, éste se funde, pues poco a poco va tomando la temperatura del agua líquida. Esto sucede porque las partículas que forman el agua líquida, tienen mayor movilidad (vibración o traslación) que las que forman al hielo; en la superficie del hielo se presentan choques entre las moléculas, las del hielo reciben energía (calor) se mueven con mayor energía y se funden, hasta cuando sus temperaturas quedan igualadas.

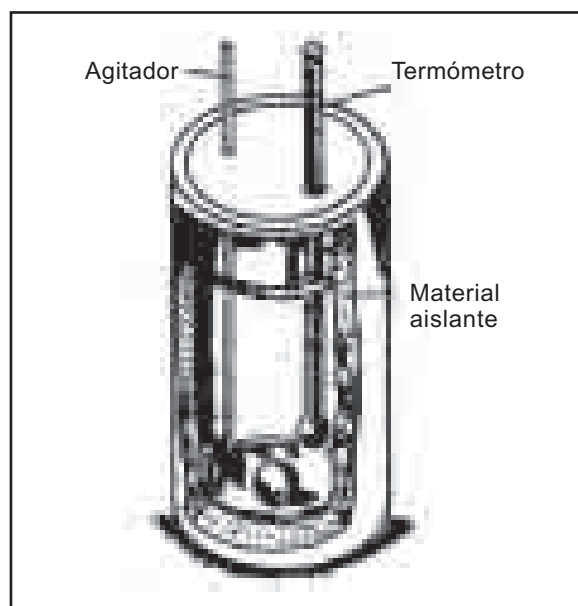
El calor es la energía que sale de un cuerpo de mayor temperatura a otro de menor temperatura, por tanto no se puede decir que un cuerpo tiene calor, sino que ganó o perdió cierta cantidad de calor. En cambio sí podemos decir tiene tal temperatura.

La cantidad de calor que recibe un cuerpo depende del incremento de temperatura que se desee y de la cantidad de masa que posea dicho cuerpo, porque a mayor temperatura y masa el calor suministrado deberá ser mayor.

Al poner en contacto dos cuerpos, el calor cedido por uno de ellos debe ser igual al tomado por el otro; éste es uno de los enunciados de la **calorimetría**, cumpliéndose así el principio de la conservación de la energía.

Por lo tanto, el calor es una propiedad cuantificable, es decir, una magnitud; para medirlo, se utiliza un aparato llamado **calorímetro** y la unidad que se emplea para su medida es el julio o la caloría (1 caloría = 4.2 julios).

El calorímetro consta de un recipiente de vidrio y un tapón aislados térmicamente del exterior, el tapón tiene dos orificios para dar paso al agitador y al termómetro: ambos quedan sumergidos en un líquido que generalmente es agua. Obsérvese la figura 17.



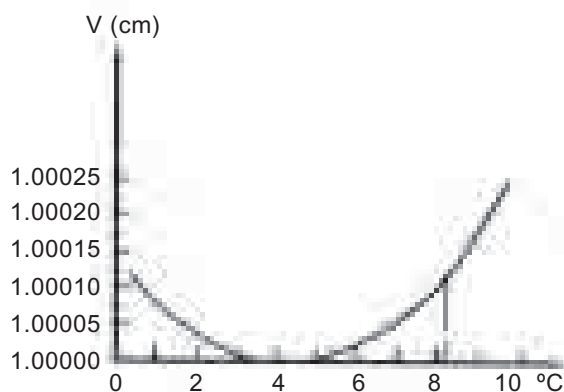
**Figura 17.** Calorímetro.

El calorímetro funciona de la siguiente manera: se registra la temperatura inicial del agua contenida en él; se introduce un cuerpo que no cambie de estado físico al contacto con el agua, que no reaccione con ella y que tenga una temperatura diferente a la del agua; se cierra el calorímetro para que se dé un intercambio de calor entre el cuerpo y el agua, hasta que la temperatura quede uniforme; se lee esta temperatura de equilibrio; la diferencia entre la temperatura final y la inicial sirve como base para determinar la transferencia de calor entre el agua y el cuerpo sumergido en ella.

### 3.6 DILATACIÓN DE LOS CUERPOS

#### Corresponde a la sesión de GA 3.23 (80.1) CRECEN CON LA HOGUERA

Los cuerpos al aumentar la temperatura (grado de agitación de las moléculas que lo constituyen) se expanden, es decir, se dilatan y cuando la temperatura disminuye, los cuerpos se contraen. El comportamiento del agua en las temperaturas comprendidas entre 0 y 4 °C es una excepción. En la figura 18 se muestra cómo varía el volumen con la temperatura de 1 g de agua; de ella se deduce que:



**Figura 18.** Variación del volumen respecto a la temperatura de 1 g de agua.

Entre 0 °C y 4 °C, el agua, en vez de dilatarse, se contrae; el volumen es mínimo a 4 °C y es a esta temperatura donde tiene un volumen de 1 cm<sup>3</sup>. Por consiguiente, su densidad es de 1 g/cm<sup>3</sup>; a partir de los 4 °C, nuevamente el agua comienza a dilatarse, a los 8°C recupera nuevamente el volumen que tenía a los 0 °C.

*Si el agua no se comportara de esta manera traería una desastrosa consecuencia ecológica, en el proceso de congelación de los lagos, ¿por qué? Veamos: la densidad del agua es mayor a 4 °C que a 0 °C, esto hace que el agua a los 0 °C vaya a la superficie y la que está un poco más caliente baje, iniciándose la congelación del lago de arriba abajo; si la parte de abajo se mantiene a una temperatura mayor que 0 °C, el agua no se congela, permitiendo la vida en su interior. Si no fuera por esta “dilatación anormal del agua”, ella iniciaría la congelación desde adentro hacia la superficie superior, muriendo los animales que se encuentran en su interior por no encontrarse en su medio.*

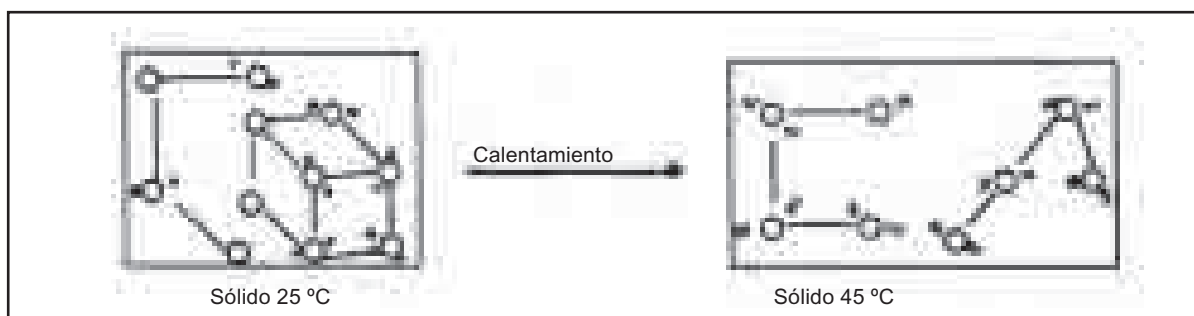
Las moléculas de un cuerpo están en movimiento continuo; al calentarse, este movimiento aumenta, provocando que las moléculas al chocar, alcancen distancias mayores entre ellas, generando una dilatación (o aumento en las dimensiones) en los cuerpos.



**Figura 19.** *Movimiento de moléculas en un líquido.*

Es importante mencionar que la dilatación no se da por el aumento en el tamaño de las moléculas, sino porque el espacio que hay entre ellas se hace mayor.

En los sólidos las moléculas vibran, no se trasladan; como en los fluidos, al calentarse, aumenta esta vibración, al empujarse unas moléculas contra otras, aumentan la separación entre ellas y de esta forma provoca la dilatación en los cuerpos sólidos. En los fluidos, el aumento de temperatura provoca un aumento en la vibración y en el movimiento de traslación de las moléculas.



**Figura 20.** *Vibración de moléculas en un sólido.*

El calor y la temperatura son dos magnitudes que se han utilizado de manera indistinta. Las diferencias entre el calor y la temperatura se hacen notar en los siguientes ejemplos:

Se tienen dos recipientes, uno con 500 ml de agua y otro con 1 000 ml a una temperatura de 80 °C cada uno, a pesar de tener la misma temperatura, el de 1 000 ml, puede suministrar, en determinado momento, más calor que el de 500 ml, que tiene que recibir más calor para aumentar su temperatura en 1 °C.

La llama de una vela tiene mucho mayor temperatura que un metro cúbico de agua hirviendo, pero en determinado momento, esta agua puede suministrar mayor cantidad de calor que la llama de la vela, por ejemplo, si utilizamos este calor para hacer mover una locomotora. Obsérvese que decimos que la llama tiene temperatura, no decimos que tiene calor. El calor que puede suministrar un cuerpo A a otro B, depende de la masa que tenga A y de la diferencia de temperatura entre los cuerpos A y B; la temperatura de un cuerpo no depende de su masa.

Si se tienen al nivel del mar 1 000 litros de agua hirviendo, su temperatura será de  $100^{\circ}\text{C}$ ; si se tienen 500 litros de agua hirviendo en el mismo lugar, su temperatura será la misma ( $100^{\circ}\text{C}$ ), pero las cantidades de calor que pueden suministrar son diferentes; con los 1 000 litros se puede suministrar mayor calor.

Es posible que la llama de una vela tenga igual temperatura que la de tres velas juntas, pero el calor que pueden suministrar, sí es tres veces mayor en las tres velas que en una de ellas.

Las unidades para medir el calor son diferentes a las utilizadas para medir la temperatura.

La **temperatura** es proporcional a la energía cinética promedio de las moléculas del cuerpo y el **calor** es la transferencia de energía de un cuerpo de mayor temperatura a uno de menor; al cuerpo que se le aumenta la temperatura es porque recibió calor y al que se le disminuyó cedió calor.

Para conocer la **dilatación** de los cuerpos se requiere un aparato llamado **dilatómetro**.



**Figura 21.** Dilatómetro.

Algunos cuerpos de forma alargada, como los alambres y las varillas, experimentan una dilatación lineal (aumento de longitud), debido al aumento de la temperatura. La dilatación lineal se presenta en el cuerpo que tiene una de sus dimensiones mucho mayor que las otras; esto sucede, por ejemplo, cuando el largo es mucho mayor que el ancho y el espesor, se aprecia mucho más el aumento de longitud a través del largo del cuerpo.

Cuando se calienta una lámina de muy poco espesor, ésta se dilata a lo largo y a lo ancho llamándose a este fenómeno **dilatación superficial**, donde se aprecia considerablemente el aumento en el área del cuerpo.

La **dilatación cúbica** es propia de un cuerpo cuando se tiene en cuenta sus tres dimensiones: largo, ancho y espesor.

El conocimiento de la dilatación de los cuerpos le ha permitido al ser humano utilizarlos en la construcción de ferrovías, puentes y demás estructuras, al dejar espacios que permitan la dilatación libre de los materiales que lo forman. Si no se dejaran estos espacios, se romperían o modificarían las estructuras.



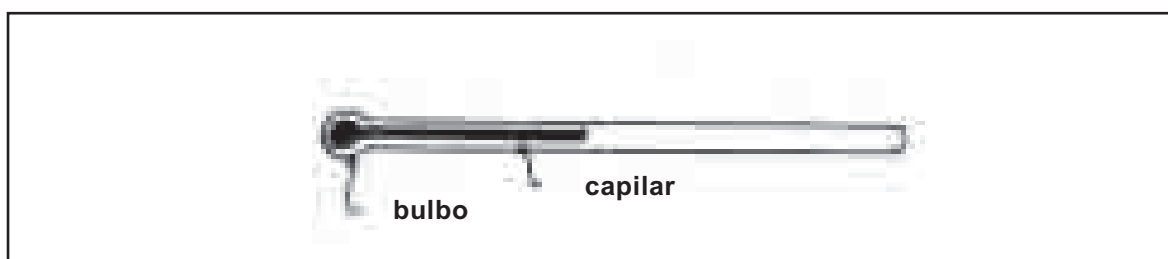
*Figura 22. La dilatación de los cuerpos se aplica en la construcción de vías, puentes y demás estructuras.*

### 3.7 EL TERMÓMETRO

**Corresponde a la de sesión de GA 3.24 (82.1) SUBE Y BAJA LA BOLITA**

El fenómeno de la dilatación constituye la base para la construcción de aparatos que miden la temperatura. La dilatación consiste en el aumento de las dimensiones de un cuerpo cuando éste aumenta su temperatura, por haber recibido calor. La variación en una de las tres dimensiones es proporcional al aumento en la temperatura del cuerpo. Cuando el fenómeno de la dilatación se presenta en los líquidos, se aprovechan estas propiedades en la fabricación de **termómetros**, de los cuales los más usados son los de mercurio y alcohol coloreado.

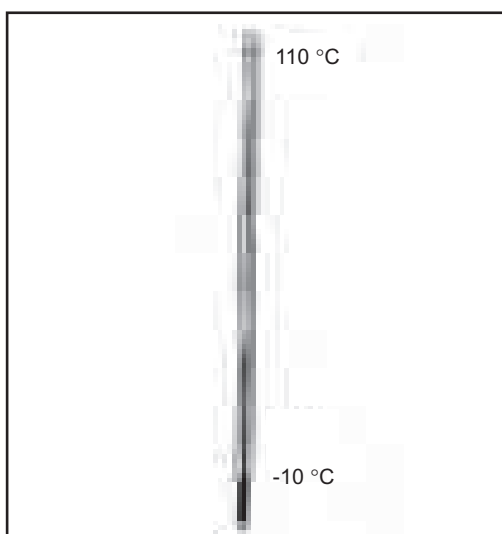
Según su aplicación, los **termómetros** pueden ser **clínicos**, de **laboratorio**,



*Figura 23. Termómetro.*

**meteorológicos** y de **máxima y mínima**. Los clínicos se utilizan para medir la temperatura de los animales y personas, seres vivos, con el fin de detectar si existe o no anomalía en el cuerpo; la escala generalmente va de  $34\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $42\text{ }^{\circ}\text{C}$ . El de laboratorio se utiliza para fines educativos, generalmente va de  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ . El meteorológico se utiliza con el fin de registrar las temperaturas del ambiente, generalmente va de  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . El de máxima y mínima registra las temperaturas máximas y mínimas durante determinados períodos preestablecidos; por ejemplo, las máximas y mínimas temperaturas registradas cada día durante un mes.

Un termómetro consta de un bulbo donde se encuentra un líquido, que puede ser mercurio, el cual está conectado a un tubo muy angosto por donde sube éste al dilatarse.



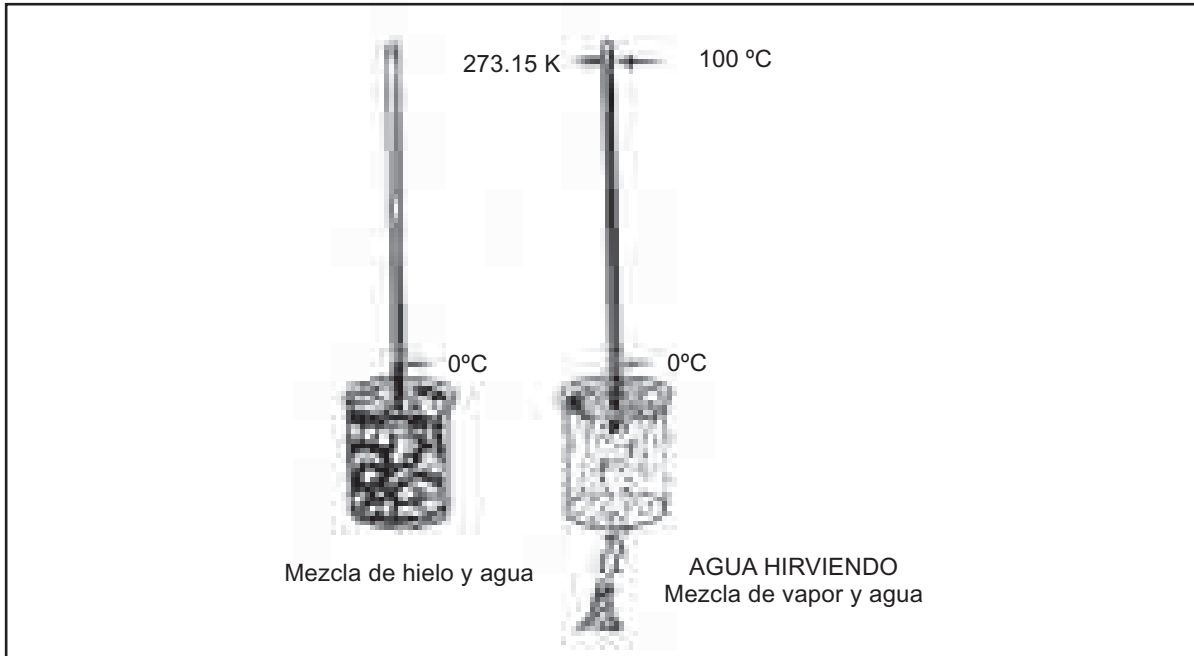
**Figura 24.** Termómetro de laboratorio.

En los termómetros se encuentra impresa una escala cuantitativa; hay varios tipos de escalas, pero la más común es la basada en la temperatura de los **puntos de congelación** y **ebullición** del agua; tal es el caso de la escala Celsius o centígrada ( $^{\circ}\text{C}$ ); sin embargo, la adoptada por el Sistema Internacional de Unidades es la Kelvin (K).

Se construye la **escala de temperatura Celsius**, definiendo como cero grado Celsius ( $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) la temperatura del punto de congelación del agua al nivel del mar y como  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  la temperatura de ebullición del agua a nivel del mar; en esas condiciones, la mínima temperatura posible de un cuerpo corresponde a  $-273.15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . La variación de temperatura en un grado Celsius ( $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) es equivalente a la variación en un Kelvin ( $1\text{ K}$ ). Así que:

- 0 K es equivalente a  $-273.15\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- $273.15\text{ K}$  es equivalente a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- $373.15\text{ K}$  es equivalente a  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

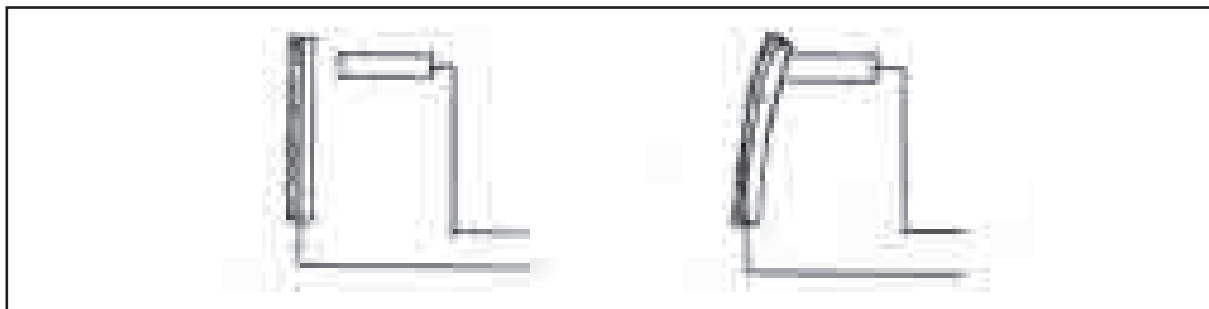




**Figura 25.** Determinación de la escala de un termómetro .

La temperatura a la cual el agua se congela coincide con la temperatura a la cual el hielo se funde, a 0 °C (al nivel del mar).

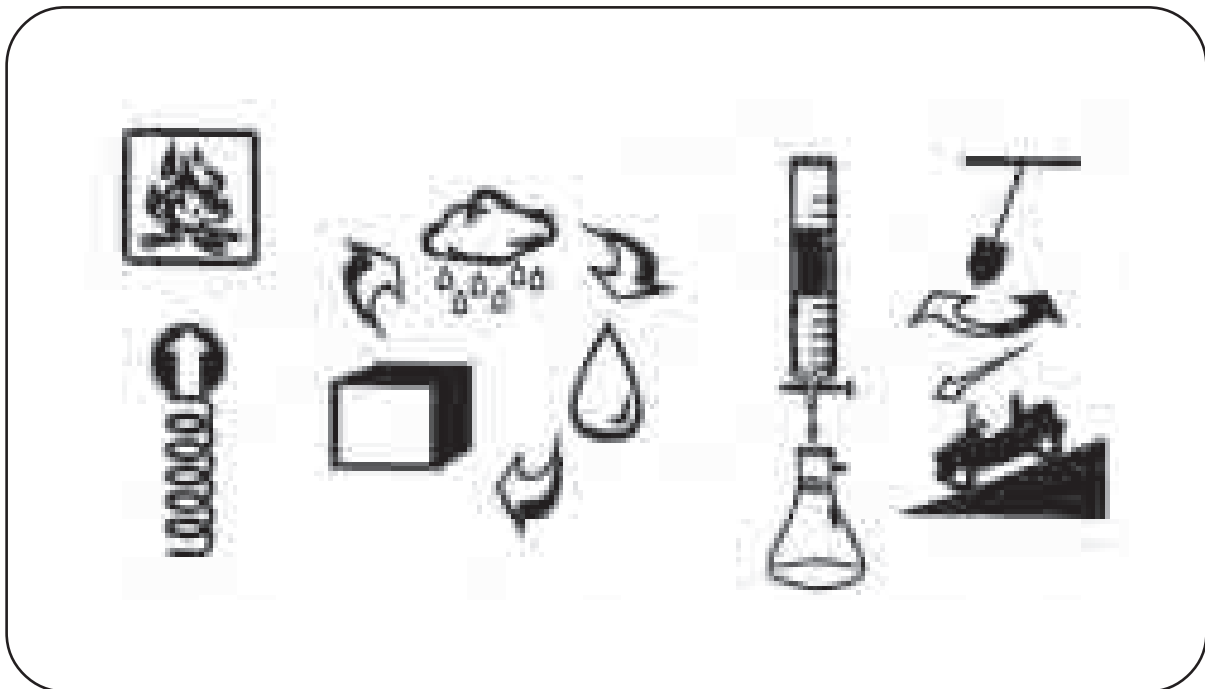
Otras aplicaciones de la dilatación se ven en diversos tipos de termómetros, tales como los termostatos; éstos son termómetros metálicos que funcionan abriendo o cerrando un circuito eléctrico según los límites de temperatura; tal caso sucede en las neveras y hornos que, al llegar al límite de baja temperatura, abren su circuito eléctrico e interrumpen el enfriamiento y, por el contrario, al ir aumentando la temperatura se vuelve a cerrar el circuito accionando el mecanismo para iniciar el proceso de enfriamiento.



**Figura 26.** Puede utilizarse una cinta bimetálica en un termostato para interrumpir o no la corriente eléctrica.

## Capítulo 4

# INTERACCIÓN ENTRE LA MATERIA Y LA ENERGÍA



En el Universo, las relaciones que se dan entre la materia y la energía son inevitables y necesarias, ya que hacen parte de la naturaleza. Sin embargo, el ser humano ha utilizado los adelantos tecnológicos provocando algunos cambios que han alterado estas relaciones.

*“El principio de todo es el agua; todo está hecho de agua; y en agua volverá a convertirse todo”.*

**TALES DE MILETO.**

## 4.1 CAMBIOS FÍSICOS Y QUÍMICOS

Corresponde a las sesiones de GA 4.25 (85.1) NO CAMBIAN y 4.26 (86.1) SÍ CAMBIAN

En el entorno constantemente ocurren cambios y dada la importancia que tienen para el ser humano han sido motivo de estudio para muchos investigadores.

Los cambios sufridos por los cuerpos conllevan dos posibilidades: que la naturaleza del cuerpo permanezca inalterada o que dé lugar a la aparición de nuevas sustancias. Esta diferenciación motivó la creación de dos ramas de las ciencias naturales: la física y la química. Sin embargo, en la actualidad estas dos ciencias comparten campos de estudio y ha aparecido, por ejemplo, la ciencia llamada fisicoquímica.

Al estudiar los cambios, se ha observado que no todos experimentan el mismo proceso (durante su conformación y visualización), por lo que se han clasificado en **cambios físicos** y **cambios químicos**, entre otros.

### Cambios físicos

Desde el punto de vista de la física clásica, los cambios físicos son aquellos en los que no se altera la naturaleza íntima de la materia, es decir, en los que no se modifica la composición química de las sustancias involucradas.

La gran mayoría de los fenómenos físicos son muy sencillos y se pueden apreciar a simple vista; por ejemplo, el movimiento que sigue un cuerpo al caer o un cuaderno al que se cambia de lugar, sin embargo, para cada uno de ellos su composición sigue siendo la misma.

Otro ejemplo es el de una pelota al rodar, la cual sigue un movimiento y una dirección, es decir, cambia de posición y de lugar pero su composición química continúa siendo la misma.

Al congelarse, el agua líquida sufre un cambio físico sin perder sus propiedades químicas, es decir, sin dejar de ser agua. Lo mismo sucede cuando la evaporamos, pues en estado gaseoso continúa siendo agua. Estos ejemplos permiten afirmar que los cambios físicos implican intercambios de energía, que en este caso son necesarios para cambiar el estado del agua.



*Figura 1. Ejemplos de cambios físicos.*

La formación del arco iris es otro ejemplo de cambio físico; éste se forma cuando la luz del Sol atraviesa pequeñas partículas de agua que están suspendidas, sin embargo, no han cambiado en nada los componentes tanto del agua como de los rayos solares.

## Cambios químicos

Son aquellos en los cuales una sustancia pierde por completo las propiedades originales que la identificaban y da origen a nuevas sustancias con características distintas.

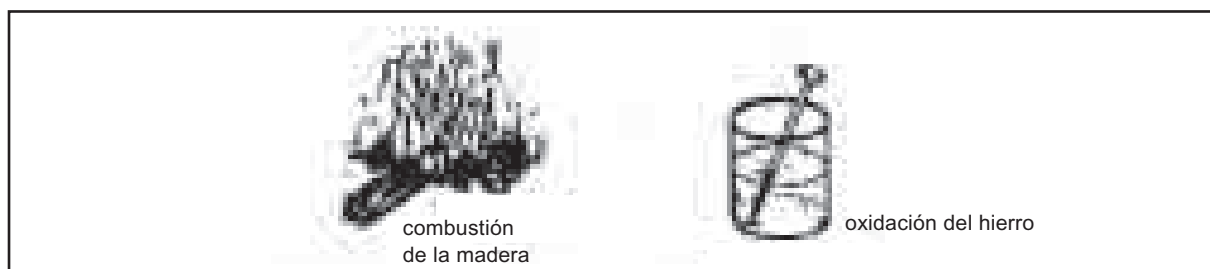
En los cambios químicos se altera la naturaleza de las sustancias al transformarse en otras muy distintas. Algunos de ellos pueden observarse a simple vista y otros no es posible distinguirlos.

Por ejemplo, al quemarse, un pedazo de madera se va a transformar en cenizas y éstas ya no pueden volver a su estado inicial.

El cocimiento de la carne es otro fenómeno químico; ya que al hacerlo cambia la composición de la carne.

La descomposición del agua en hidrógeno y oxígeno es otro ejemplo de cambio químico, ya que al estar separados sus elementos no presentan las mismas características que la sustancia original.

La oxidación del hierro, la putrefacción de los alimentos y el agriado de la leche son otros ejemplos en los que se observa un cambio químico.



**Figura 2.** Ejemplos de cambios químicos.

La clasificación de los cambios de la materia no es arbitraria; se realizó con el fin de facilitar su estudio y tener así un conocimiento más amplio y fundamentado de ellos.

## 4.2 COMBUSTIÓN Y ELASTICIDAD

Corresponde a las sesiones de GA 4.27 (87.1) QUEMA y 4.28 (88.1) ESTIRA

Al observar el entorno, el ser humano observa una serie de cambios físicos y químicos, entre los cuales la combustión y la elasticidad ocurren de manera cotidiana; además, la aplicación que han tenido en sus actividades ha aumentado a través del tiempo, motivo por el cual han sido objeto de estudio.

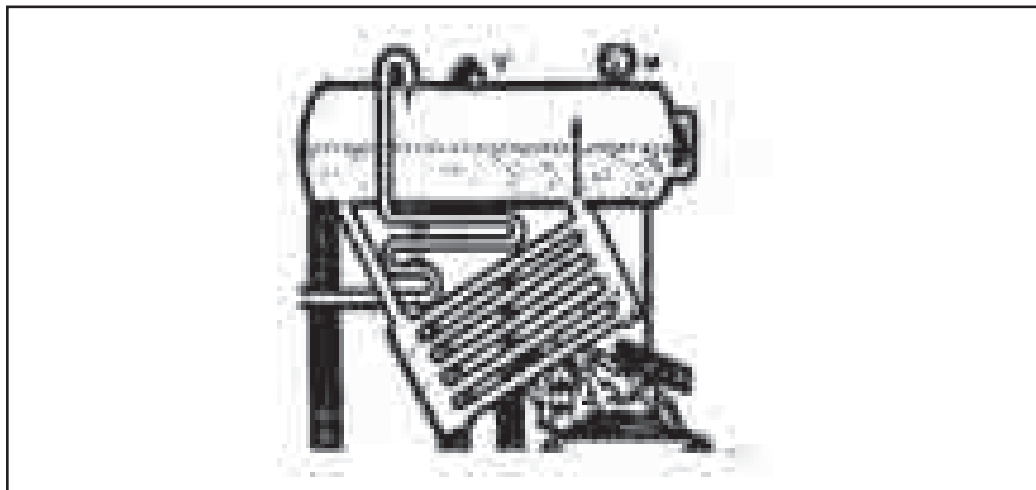
### Combustión

La **combustión** es considerada como un cambio que se produce por la combinación de una sustancia con el oxígeno; por lo anterior se dice que un cuerpo al quemarse entra en combustión y recibe el nombre de **combustible**.

Durante el proceso de la combustión se puede o no desprender luz y calor. Cuando se desprende luz y calor se habla de que el cuerpo está en **ignición**, es decir, que ha alcanzado el punto de inflamación o ignición, en el cual las propiedades de una sustancia cambian para formar otra diferente.

Por ejemplo, para el funcionamiento de una máquina de vapor se requiere que el combustible (carbón o petróleo) entre en combustión; asimismo, para que un automóvil se ponga en marcha requiere el proceso de combustión durante el cual se liberan distintos tipos de energía.

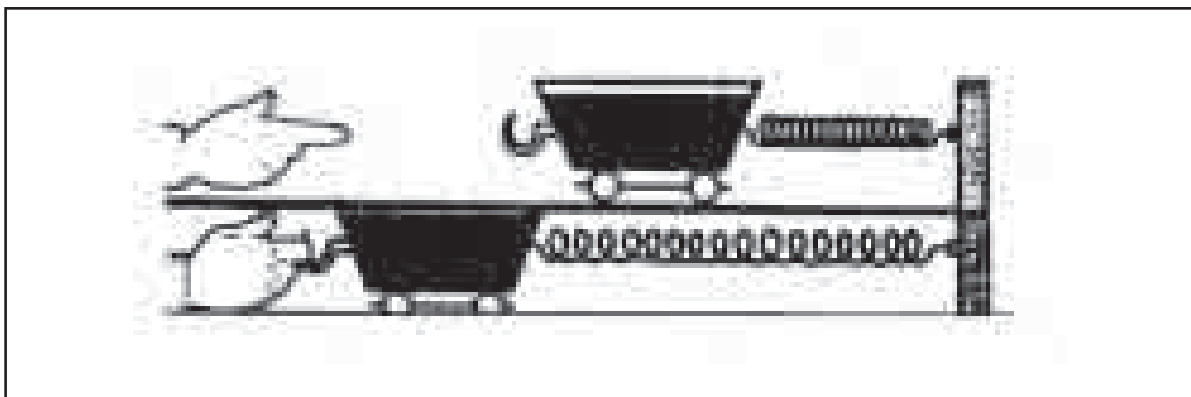
Otros ejemplos de cambios en los cuales se realiza la combustión son: el despegue de un cohete y el mechero de alcohol o de gas, al prenderse.



*Figura 3. Combustión.*

## Elasticidad

Se le llama **elasticidad** a la capacidad que tienen los cuerpos de recuperar su forma original al dejar de aplicarles una fuerza o presión; es decir, un cuerpo sometido a alargamientos, acortamientos o deformaciones puede volver a su estado original, siempre y cuando el cuerpo en cuestión presente esta propiedad; sin embargo, en algunas ocasiones los cuerpos (como el resorte) no vuelven a recuperar su estado original; esto se debe a que la forma del cuerpo (resorte) ha sido modificada al rebasar su **límite de elasticidad**.



*Figura 4. Elasticidad.*

La elasticidad está presente tanto en sólidos como en fluidos; estos últimos, al no ser rígidos, como es el caso de los líquidos y gases, tienden a modificarse más fácilmente. Los líquidos no presentan resistencia a cambiar de forma, pero sí a cambiar de volumen; los gases no presentan resistencia alguna a modificarse.

Los sólidos presentan mayor resistencia que los gases y los líquidos a sufrir cualquier modificación.

Materiales como el hule, el plástico y los metales (sólidos), la leche y el agua (líquidos), el aire y el nitrógeno (gases) presentan la propiedad de la elasticidad.

Es importante mencionar que tanto la combustión como la elasticidad son dos fenómenos que se presentan de manera cotidiana en la comunidad: al hacer funcionar una estufa, al prender un brasero, al vaciar un líquido y al utilizar un resorte, entre otros.

## 4.3 CAMBIOS DE ESTADO DE LA MATERIA

Corresponde a las sesiones de GA 4.29 (89.1) CAMBIA PORQUE CAMBIA, 4.30 (90.1) TAMBIÉN CAMBIA y 4.31 (91.1) PELIGROSO, PERO CAMBIA

En la naturaleza la materia existe en diferentes estados de agregación; las montañas y el hielo de los polos son ejemplos de sólidos; el agua de los mares, los ríos y lagos, son ejemplos de líquidos y el aire que respiramos, de gases.

Los cambios de estado de las sustancias no alteran su composición química; por ejemplo la leche, líquida o congelada, sigue siendo leche, porque no se altera su composición, sólo cambia su estado.

Al variar la **temperatura** o **presión** a la que se encuentra una sustancia, cambia su estado físico o de agregación.

### Sólidos

Las sustancias sólidas como el hielo, al calentarse o al aumentar su temperatura cambian su estado físico a líquido. El paso de sólido a líquido de cualquier sustancia se denomina  **fusión**. Otro ejemplo de este cambio de estado es cuando la mantequilla o margarina sólida al calentarla se derrite, es decir, se vuelve líquida.

Otro tipo de cambio se presenta en sustancias sólidas como hielo seco o el yodo, que al aumentarles la temperatura se transforman en vapor, sin pasar por el estado líquido. El paso de sólido a vapor sin pasar por el estado líquido se llama  **sublimación**.

### Líquidos

El agua líquida, al enfriarse, a la temperatura de 0 °C, se convierte en hielo, es decir, pasa del estado líquido al sólido; este cambio de estado se conoce con el nombre de  **solidificación**.

Al poner agua a hervir, lo que se hace es subir su temperatura y separar sus moléculas, esto ocasiona que el agua se convierta en vapor; cuando una sustancia pasa del estado líquido al de gas (o vapor) se dice que se evaporó, por lo tanto, a este cambio de estado se le conoce como  **evaporación** o  **vaporización**.

## Gases

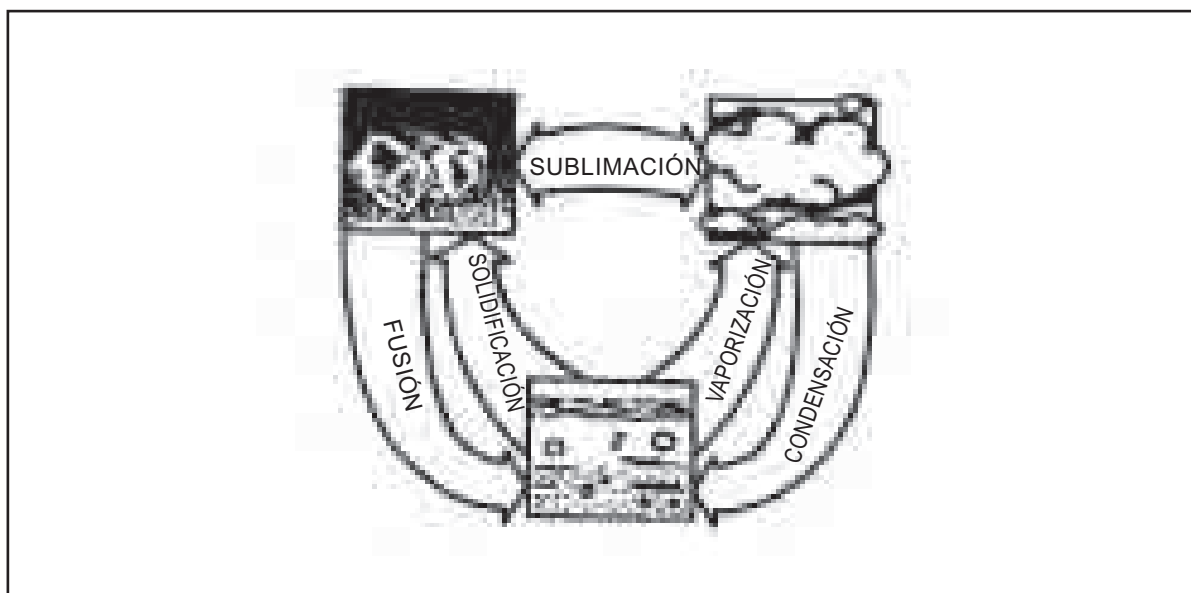
Generalmente, las palabras vapor y gas se utilizan indistintamente, lo cual es incorrecto; porque un gas, es aquella sustancia que en condiciones normales de temperatura y presión existe en estado gaseoso; y se le llama vapor de una sustancia sólida o líquida, cuando la variación de presión y temperatura produce el cambio de estado.

Cuando se disminuye la temperatura a un gas o vapor, éste pasa al estado líquido, es decir, se condensa; a este cambio de estado se le denomina **condensación**. Si una sustancia en estado gaseoso, como el gas propano (utilizado en la cocina), es transformado en líquido aumentando la presión ejercida sobre él (para conservarlo en cilindros) el proceso recibe el nombre de **licuefacción**.

Cuando un gas o vapor pasa a estado sólido sin pasar por el estado líquido, se sublima; a este cambio de estado se le denomina **sublimación**.

En el esquema se ejemplifican los cambios de estado descritos anteriormente.

Los estados de agregación o físicos, sólido, líquido y gaseoso, son los más conocidos, pero no los únicos, ya que existen otros como el estado de plasma que se encuentra en los cuerpos celestes.



**Figura 5.** Cambios de estado físico de la materia.



## 4.4 SUSTANCIAS PURAS

### Corresponde a la sesión de GA 4.32 (54.2-Q) NO TODOS SON LIBRES

La materia que existe en el ambiente se clasifica, según sus propiedades y composición, en dos: homogénea y heterogénea, que se definirán en la sección de mezclas.

### Propiedades de las sustancias puras

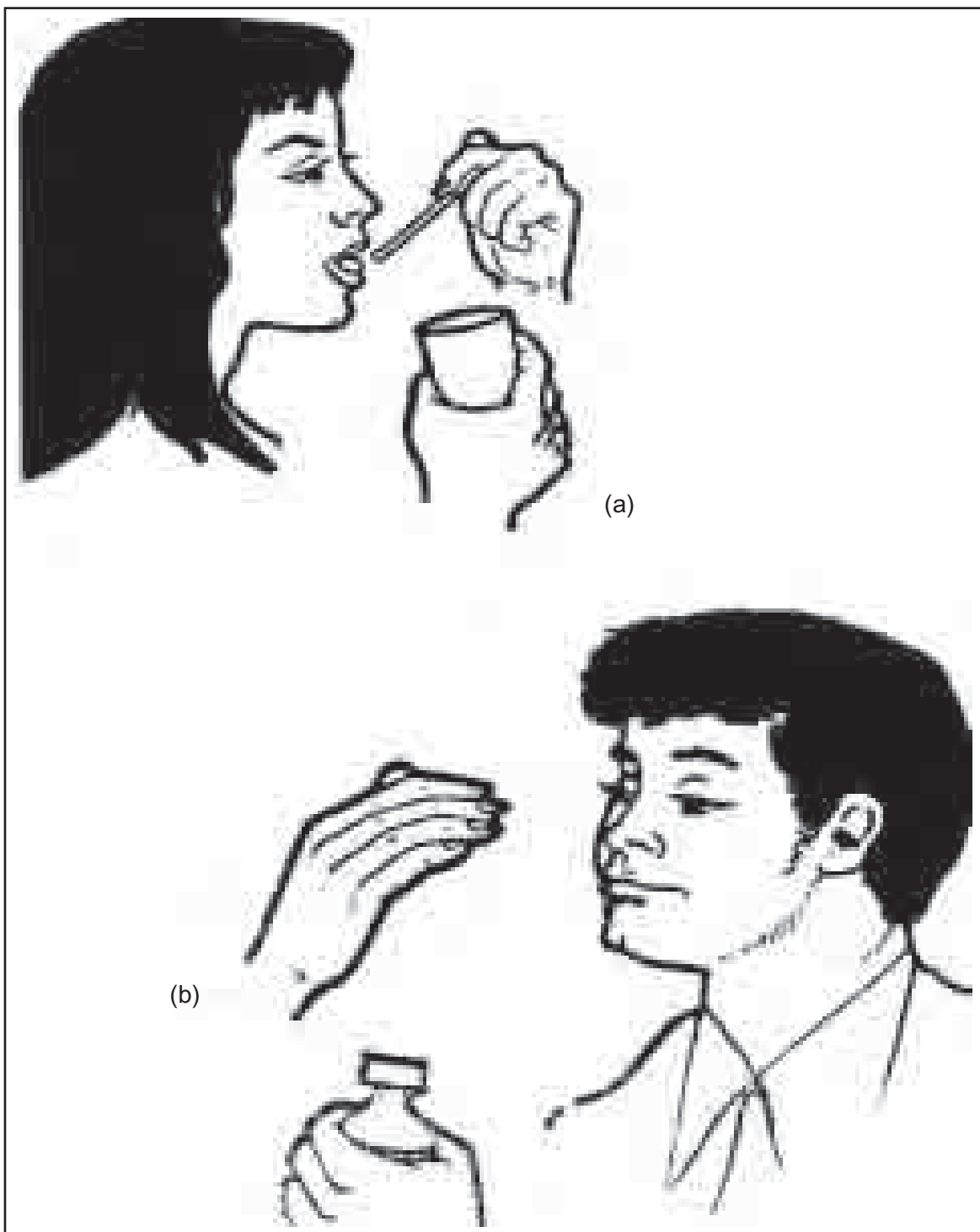
Cualquier característica por medio de la cual pueda describirse e identificarse una sustancia, se considera como propiedad; por ejemplo, la glucosa (azúcar) puede identificarse por su sabor dulce, entre otras propiedades, y el cloruro de sodio (sal de cocina) puede diferenciarse por su sabor salado. Las propiedades pueden ser físicas y químicas.

**Propiedades físicas.** Son aquellas que se determinan sin que ocurra ningún cambio en la naturaleza de la materia y pueden ser:

Organolépticas. Son las que se perciben con los órganos de los sentidos; por ejemplo, color, olor, sabor, dureza, brillo, etcétera.

Constantes físicas. Éstas son valores fijos que permiten caracterizar las sustancias; entre ellas se encuentran: la temperatura de ebullición, la densidad, el peso específico, etcétera.

**Propiedades químicas.** Son aquellas que caracterizan el comportamiento interno de las sustancias y las que resultan de la combinación y/o transformación de las mismas; entre ellas se considera su composición, la afinidad con otras sustancias, la capacidad de oxidarse, la posibilidad de ser combustible o comburente, etcétera.

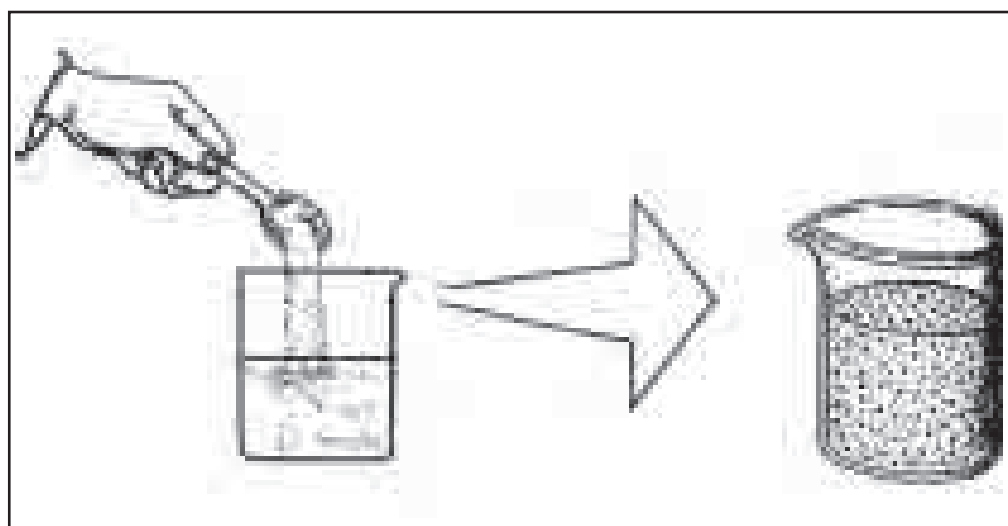


**Figura 6.** (a) *Probando una sustancia* y (b) *oliendo una sustancia.*

## 4.5 MEZCLAS

### Corresponde a la sesión de GA 4.33 (92.1) JUNTOS Y REVUELTOS

Las mezclas son presentaciones de la materia y se definen como la unión sin combinación de dos o más sustancias, en la que cada una de ellas conserva sus propiedades físicas y químicas. La composición de las mezclas puede o no estar definida, pues la cantidad de sus constituyentes puede variar. Por ejemplo, si a un vaso con agua se le agrega azúcar se forma una mezcla que tendrá un sabor dulce por la propiedad del azúcar; se puede agregar tanto azúcar como pueda disolverse en el agua, y seguirá siendo agua dulce, pues no varían las propiedades del azúcar ni las del agua.



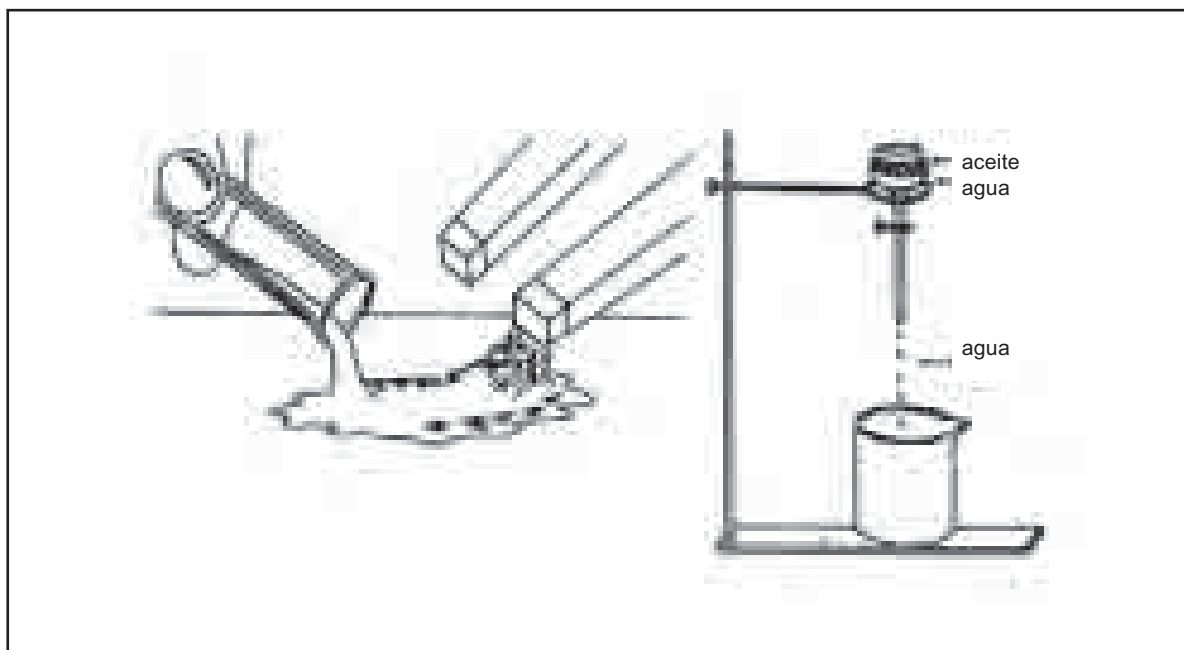
*Figura 7. Dispersión del azúcar.*

Se dice que una mezcla es **homogénea** cuando sus componentes están distribuidos uniformemente, de manera tal que cualquiera de sus partes está en la misma proporción y presenta las mismas propiedades; por ejemplo: azúcar o sal en agua, aire, petróleo, leche, refresco, acero, etcétera.

Hay mezclas cuyos componentes se distinguen, pues no tienen una composición igual ni sus propiedades son las mismas en todas sus partes; a éstas se les conoce como mezclas **heterogéneas**; algunos ejemplos son: agua y arena, arena y grava, ensalada de frutas o de verduras, las rocas, el suelo, etcétera.

Los componentes de una mezcla se pueden separar por métodos físicos sencillos, aprovechando sus propiedades físicas, por ejemplo: una mezcla de arena y limaduras de hierro se puede separar con un imán: al acercarlo a la mezcla, el hierro será atraído (aquí

se aprovecha la propiedad magnética de dicho metal); otro ejemplo es una mezcla de aceite y agua: se separan aprovechando la diferencia de densidad de cada líquido, pues el aceite tiende a estar encima del agua, por ser menos denso.



*Figura 8. Mezclas.*

## 4.6 MÉTODOS DE SEPARACIÓN DE MEZCLAS

**Corresponde a las sesiones de GA 4.34 (49.2-Q) LA SEPARACIÓN NO PROVOCA DAÑO, 4.35 (50.2-Q) NO TODOS PASAN, 4.36 (51.2-Q) AL SEPARARSE QUEDAN IGUAL, 4.37 (52.2-Q) FORMANDO CRISTALES y 4.38 (53.2-Q) ESTO ERA HUMO**

Durante el desarrollo de una gran variedad de estudios científicos, ha sido necesario utilizar métodos para separar los componentes de una mezcla; entre los cuales se encuentran: la filtración, la sublimación, la cristalización, la centrifugación, la destilación, la evaporación y la decantación.

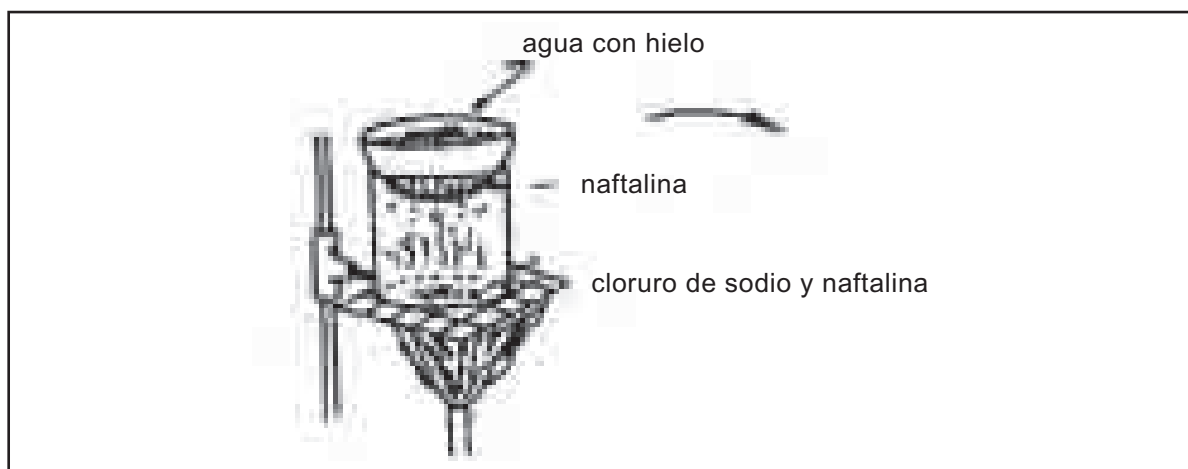
Para la creación de los diferentes métodos fueron consideradas las características y propiedades físicas de las sustancias que forman las mezclas. Por ejemplo, para separar un sólido disuelto en líquido, se emplea el método de evaporación; así mismo, cuando se quiera separar un líquido de un sólido no soluble se utiliza el método de filtración y cuando se quiere separar dos líquidos miscibles (que forman una mezcla homogénea) se aplica el método de destilación.

## Filtración

Es el método mediante el cual se pueden separar las partículas sólidas suspendidas en un líquido, al hacer pasar éste a través de una materia porosa llamada **filtro**. Para ello se utiliza en el laboratorio un embudo y papel de filtro; este último se colocará en el embudo donde se vaciará la mezcla; al líquido separado se le llama **filtrado** y al sólido retenido, **residuo**. Por ejemplo: se emplea cuando se quiere separar agua y arena (ver figura 11a).

## Sublimación

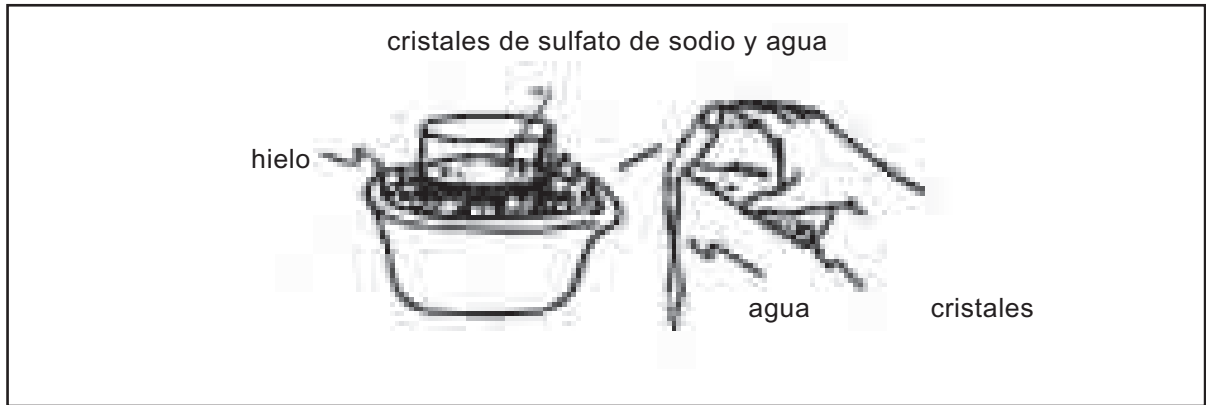
Este método se emplea para separar dos sólidos, cuando uno de ellos puede pasar del estado sólido a gaseoso o viceversa, sin pasar por el estado líquido; es decir, cuando uno de ellos es sublimable. Por ejemplo, al separar naftalina del cloruro de sodio (sal de cocina).



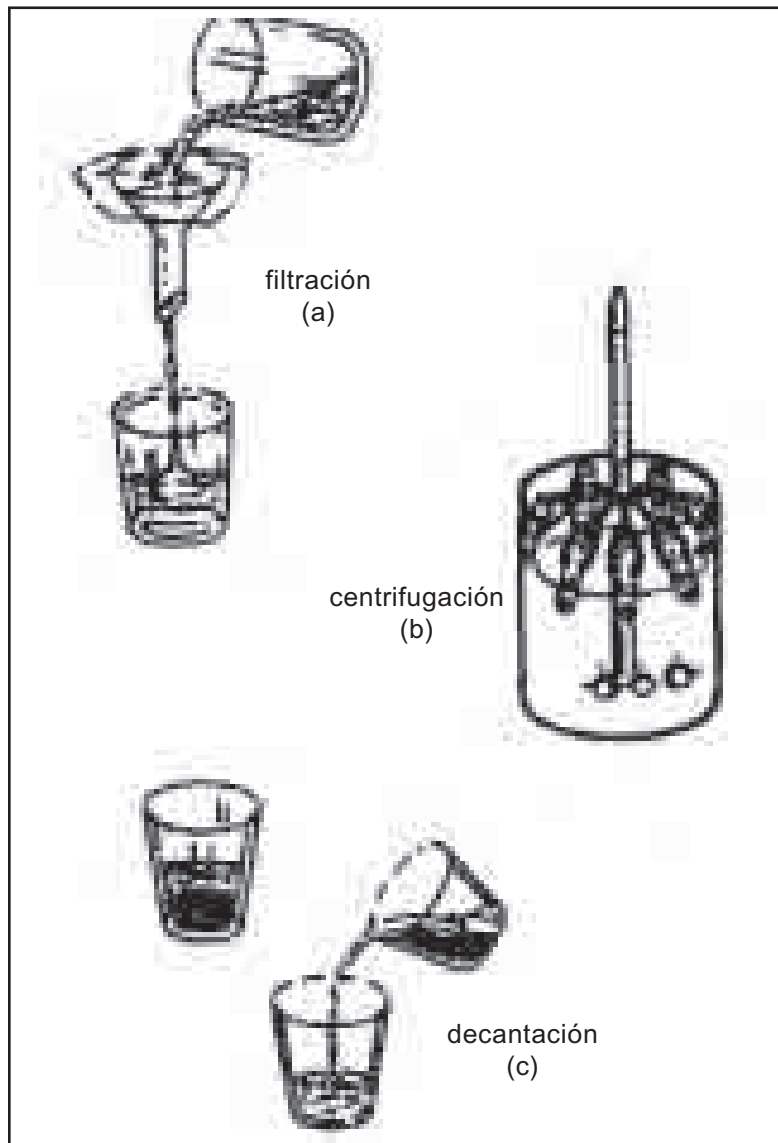
*Figura 9. Método de sublimación.*

## Cristalización

Por este método se puede separar un sólido de un líquido, en virtud de que los constituyentes de las sustancias sólidas pueden disponerse de tal manera que forman cuerpos geométricos llamados cristales. En este método se calienta la mezcla, luego se deja enfriar y se van formando cristales de diversas formas y estructuras que dependen de la naturaleza del sólido.



**Figura 10.** Método de cristalización.



**Figura 11.** Métodos para separar mezclas.

## Centrifugación

Método utilizado para separar una mezcla de sólido y líquido. Se coloca la mezcla (utilizando tubos de ensayo especiales) en un aparato llamado **centrífuga**; una vez allí, se le imprime un movimiento circular a una gran velocidad, lo cual provoca que las partículas del sólido se junten en el fondo y paredes del tubo formando un conglomerado llamado precipitado.

En los laboratorios clínicos, este método se emplea para separar y cuantificar los componentes de la sangre: el plasma (parte líquida) se separa de los elementos celulares (glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas); en este caso, el plasma queda arriba y las células forman un precipitado en el fondo (ver figura 11b).

## Decantación

Método mediante el cual se puede separar un líquido de un sólido insoluble (que no se disuelve) o dos líquidos no miscibles (que no forman una mezcla homogénea) de diferente densidad.

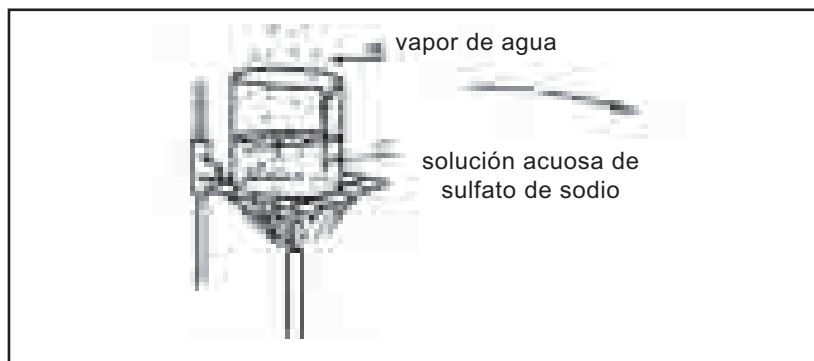
Para poder separarlos, se deja reposar la mezcla y luego se vierte el líquido (decantado) que queda arriba en otro recipiente, separándolo del sólido (residuo) (ver figura 11c).

## Destilación

Se emplea para separar líquidos miscibles con diferente punto de ebullición o bien para separar un sólido soluble en un líquido; en este último caso el líquido pasa a la forma de vapor y por enfriamiento se condensa para volver a su estado inicial.

## Evaporación

Por este método se puede separar la mezcla de un sólido soluble en un líquido. Se calienta la mezcla hasta que se evapora el líquido completamente; por ejemplo, para separar la mezcla agua-sal.



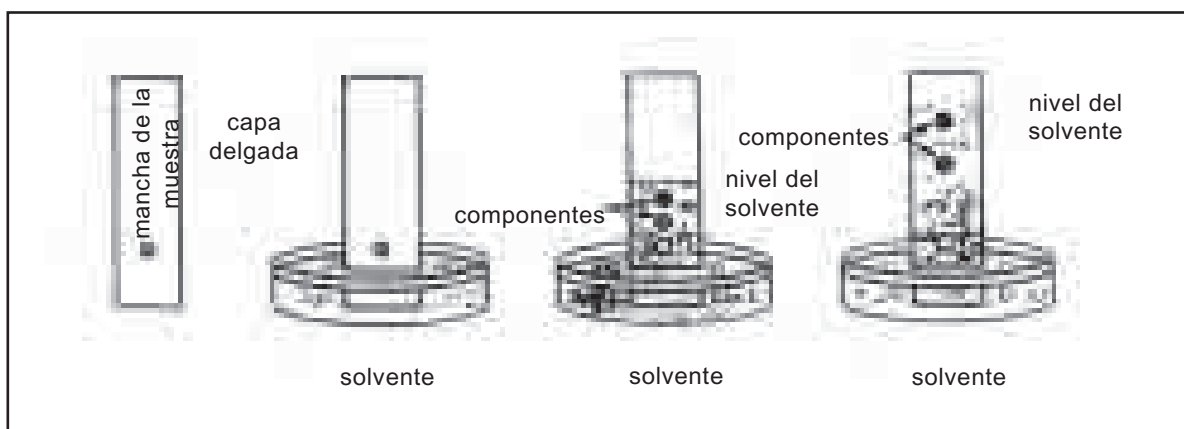
**Figura 12.** Método de evaporación.

## Cromatografía

Es uno de los métodos más utilizados en la actualidad para separar mezclas de gases o líquidos. Se basa en la diferente **absorción** y **adsorción** que algunos materiales ejercen sobre las sustancias componentes de una mezcla. En 1906, el botánico Tswett estableció este método al estudiar los pigmentos presentes en las plantas.

Existen diferentes formas de realizar la cromatografía, pero se hace mayor énfasis en la cromatografía de papel, donde este material realiza procesos de absorción y adsorción, causando la separación de las sustancias. Se coloca una pequeña cantidad de la muestra a separar en un extremo de una tira de papel, luego se sumerge la tira en un líquido (llamado solvente) sin llegar a cubrir la muestra; este líquido asciende por el papel y va separando los componentes de la mezcla.

Es importante aclarar que los métodos anteriormente mencionados para separar mezclas no son los únicos, ya que hay otros, muy sofisticados, como los de difusión, síntesis, descompresión y disolución térmica, que se han dispuesto para este fin.



**Figura 13.** Método de la cromatografía.



## 4.7 ELEMENTOS QUÍMICOS

### Corresponde a la sesión de GA 4.39 (55.2-Q) SIMPLEMENTE IMPORTANTE

En el ambiente existe una gran variedad de cuerpos como una rosa, una roca, un animal, un diamante, etcétera, todos constituidos por materia; sin embargo, entre cada uno de ellos existen claras diferencias.

#### ¿Qué es un cuerpo?

Se considera que una porción aislada de materia es un cuerpo. Algunos cuerpos tienen propiedades específicas o constantes, y constituyen lo que se conoce como una sustancia. Las sustancias pueden presentar un aspecto homogéneo; por ejemplo: hierro, plata, cobre, agua, cloruro de sodio (sal de mesa), bicarbonato, etcétera. Las tres primeras sustancias reciben el nombre de elementos, y las tres últimas de compuestos.

#### ¿Qué son los elementos químicos?

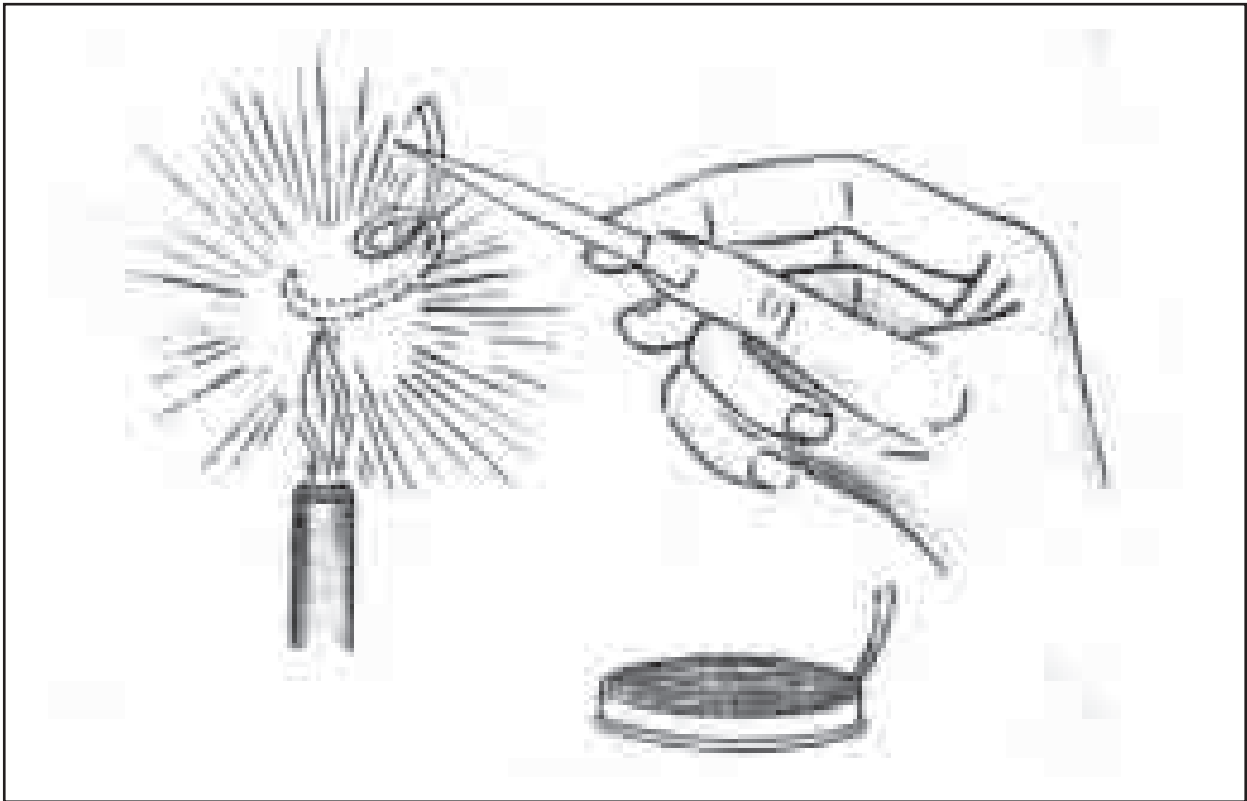
Son sustancias puras que no pueden ser descompuestas en otras más sencillas aunque sean sometidas a procesos químicos. Reciben este nombre por ser la materia básica que constituye el universo material.

Desde los tiempos antiguos se conocieron unos pocos elementos como el hierro, el cobre, el oro y la plata. En la Edad Media y el Renacimiento se descubrieron otros. Como resultado de la investigación a través de los años se fueron descubriendo otros. En la actualidad se conocen 108 elementos químicos, de los cuales 91 se encuentran en estado natural y el resto se sintetizan por métodos de laboratorio.

La mayoría de los elementos se encuentran en estado sólido, dos en forma líquida, mercurio y bromo, y once son los gases: oxígeno, nitrógeno, flúor, cloro, hidrógeno, helio, neón, argón, kriptón, xenón y radón.

Hay elementos que existen en mayor cantidad que otros en la corteza terrestre, entre los que se encuentran, por orden de abundancia: oxígeno, silicio, aluminio, hierro, calcio, sodio, potasio y manganeso.

El resto de los 108 elementos se encuentran en muy bajas cantidades.

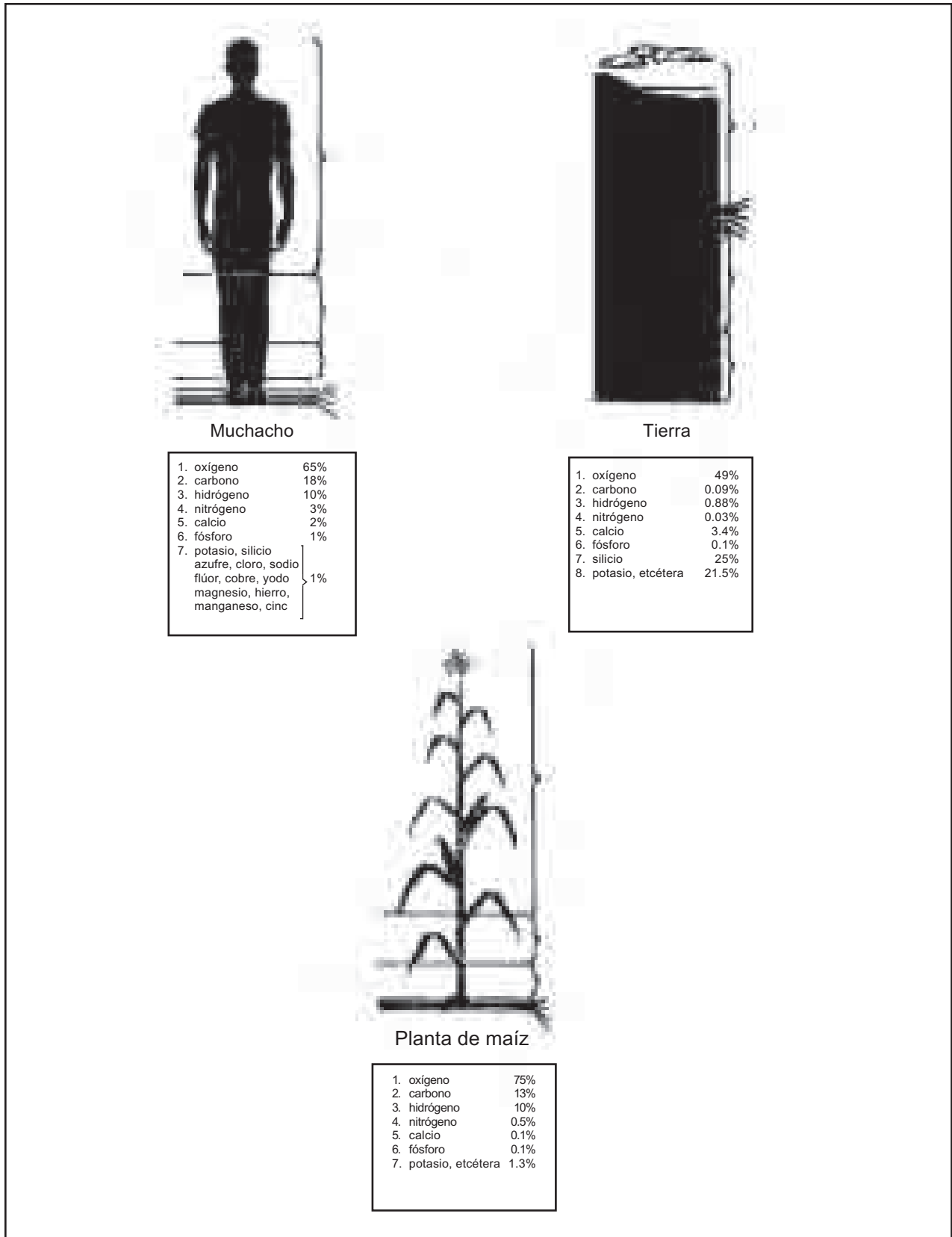


**Figura 14.** El elemento químico magnesio arde y se combina con el oxígeno al efectuar la combustión.

Los elementos se unen entre sí para constituir sustancias más complejas, en forma parecida a la formación de palabras por letras del alfabeto; así, se encuentran en mayor abundancia en la Tierra o en los organismos vivos.

A los elementos se les ha asignado un nombre propio universalmente aceptado y un símbolo que lo representa.

Todos los elementos conocidos hasta ahora se encuentran ordenados y clasificados en una **tabla periódica**. En ésta, además del símbolo, se suministra información de gran interés en relación con las propiedades físicas y químicas de los elementos.



**Figura 15.** Elementos más comunes.

## 4.8 SIMBOLOGÍA QUÍMICA

### Corresponde a la sesión de GA 4.40 (56.2-Q) CUÁL ES TU NOMBRE

Para facilitar la escritura de los elementos químicos, se han ideado símbolos que los representan. En el siguiente metarrelato se encuentra la forma de escribirlos, leerlos y una idea de cómo han surgido estos símbolos.

#### NOMBRES Y SÍMBOLOS DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS

Antiguamente estos símbolos eran pintorescos, pero los que se emplean hoy tienen una relación directa con su nombre. En general, los símbolos son las letras iniciales mayúsculas del nombre griego o latino del elemento, que para la mayoría de los casos coincide con la letra inicial de su nombre en español. Cuando dos o más elementos tienen una misma letra inicial, se añade una segunda letra, ésta en minúscula, para distinguirlos. Así, el carbono tiene símbolo C; el calcio Ca; el cloro Cl, etcétera. Para leer o enunciar los símbolos químicos, se pronuncia cada letra por separado, por ejemplo, para leer el símbolo del hierro (Fe) se pronuncia *e fe* e y no *fe*.

-1-

<i>Elemento</i>	<i>Símbolo</i>
-----------------	----------------

<i>Aluminio</i>	<i>Al</i>
<i>Argón</i>	<i>Ar</i>
<i>Azufre</i>	<i>S</i>
<i>Bario</i>	<i>Ba</i>
<i>Berilio</i>	<i>Be</i>
<i>Boro</i>	<i>B</i>
<i>Bromo</i>	<i>Br</i>
<i>Calcio</i>	<i>Ca</i>
<i>Carbono</i>	<i>C</i>
<i>Cloro</i>	<i>Cl</i>
<i>Cobalto</i>	<i>Co</i>
<i>Cobre</i>	<i>Cu</i>
<i>Cromo</i>	<i>Cr</i>
<i>Estaño</i>	<i>Sn</i>
<i>Flúor</i>	<i>F</i>
<i>Fósforo</i>	<i>P</i>
<i>Helio</i>	<i>He</i>
<i>Hidrógeno</i>	<i>H</i>
<i>Hierro</i>	<i>Fe</i>
<i>Litio</i>	<i>Li</i>
<i>Magnesio</i>	<i>Mg</i>
<i>Manganeso</i>	<i>Mn</i>
<i>Mercurio</i>	<i>Hg</i>
<i>Neón</i>	<i>Ne</i>
<i>Nitrógeno</i>	<i>N</i>
<i>Oro</i>	<i>Au</i>
<i>Oxígeno</i>	<i>O</i>
<i>Plata</i>	<i>Ag</i>
<i>Potasio</i>	<i>K</i>
<i>Plomo</i>	<i>Pb</i>
<i>Sodio</i>	<i>Na</i>
<i>Yodo</i>	<i>I</i>

Ya desde la Edad Media, los hombres que estudiaban química hicieron muchos intentos por dar el nombre y representar de alguna manera los elementos químicos. En 1814, el químico sueco John Berzelius estableció un sistema sencillo de notación que él mismo inventó para representar los elementos y que en la actualidad se conserva.

El símbolo de algunos elementos parece no tener relación con el nombre; K, para el potasio; Na para el sodio; S para el azufre. En estos casos, el símbolo se deriva del nombre del elemento en otra lengua, usualmente latín o griego.

Los nombres de algunos de los elementos provienen de sus cualidades, del lugar donde fue hallado, en honor u homenaje a científicos famosos, de componentes del sistema o de nombres de la mitología clásica.

-2-

Nombre	Procedencia	Símbolo
Azufre	Sulfur (latín)	S
Cobre	Cuprum (latín)	Cu
Fósforo	Phosphorus (latín)	P
Hierro	Ferrum (latín)	Fe
Oro	Aurum (latín)	Au
Plata	Argentum (latín)	Ag
Plomo	Plumbum (latín)	Pb
Potasio	Kalium (latín)	K
Sodio	Natrium (latín)	Na

Elemento	Origen de su nombre
Cloro	De color verde
Hidrógeno	Formador de agua
Carbono	Formador de azúcar
Fluorino	Formador de la fluorita
Germanio	Hallado en Alemania
Estroncio	En honor a Estroncio
Litio	Por el mineral litio
Magnésio	Una mitología

	1500	1600	1700	1783	1808	1814
oro						Au
mercurio						Hg
plomo						Pb

Los elementos químicos se combinan entre sí de acuerdo con principios que se estudiarán a continuación.

De la unión de dos o más clases de elementos se obtienen los **compuestos**.

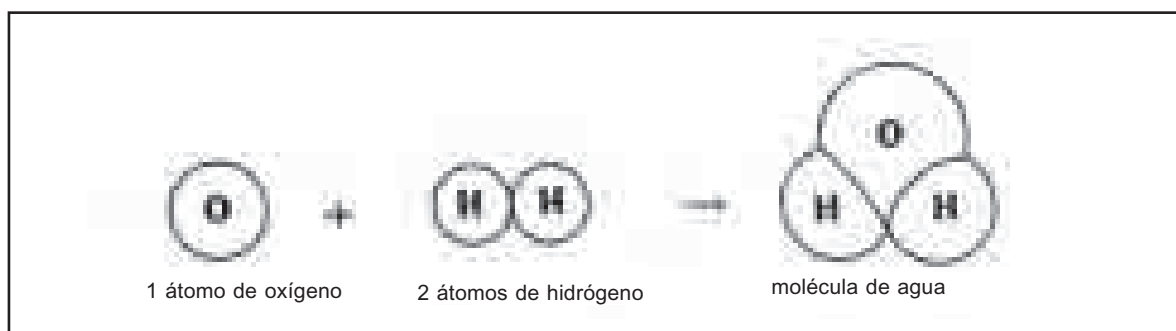
## 4.9 COMPUESTOS QUÍMICOS

### Corresponde a la sesión de GA 4.41 (58.2-Q) LAS CARAS QUE PRESENTAN

Cuando se unen químicamente dos o más elementos se forma un **compuesto**. Éste es una nueva sustancia, con propiedades diferentes a las que le dieron origen. Por el contrario, si un compuesto es sometido a una operación química y da como resultado la separación de sus constituyentes, éstos tendrán propiedades diferentes a la sustancia que ha sido descompuesta; por ejemplo, el sodio y el cloro se unen químicamente para formar el cloruro de sodio, que es conocido como sal de cocina y es un condimento alimenticio; sin embargo, el cloro puro es un gas, fuertemente oxidante que ataca las mucosas, y el sodio, en estado elemental, es un metal blanco y blando; pero si estas dos sustancias se unen químicamente, dan origen a la sal, de color blanco, sólida y químicamente inofensiva.

Asimismo, al quemar un pedazo de tortilla, se observa que de ésta se desprenden vapor de agua y calor, quedando un residuo negruzco (carbono) que en nada se parece a la tortilla.

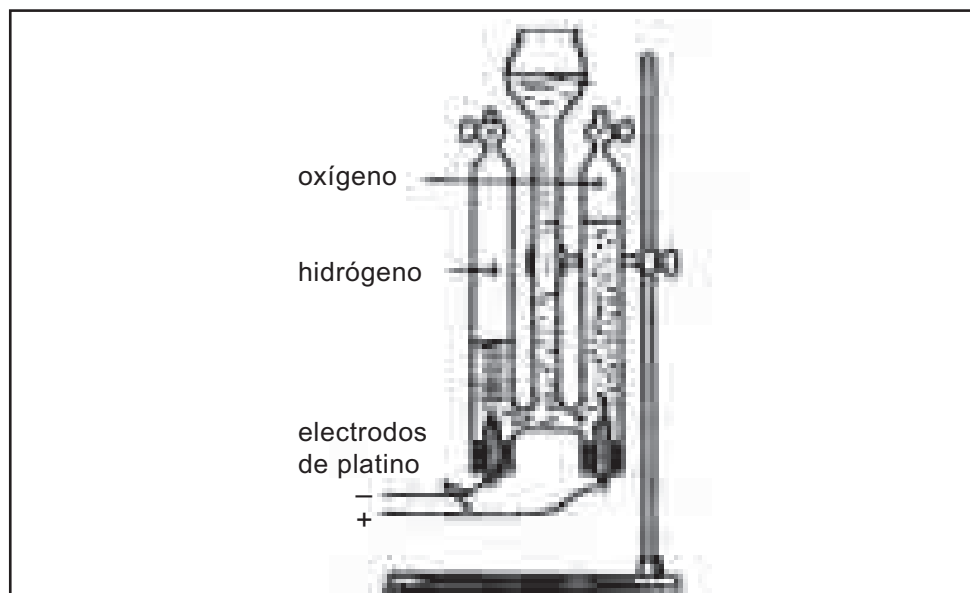
Un compuesto es una sustancia homogénea en la que sus componentes guardan una proporción fija, es decir, los átomos se unen en una relación de números enteros sencillos definidos; por ejemplo, el agua es un compuesto formado por hidrógeno y oxígeno, pero en proporción invariable de dos átomos de hidrógeno por un átomo de oxígeno, los que forman la parte unitaria del compuesto conocido como molécula de agua.



*Figura 16. Formación de una molécula de agua.*

Las sustancias simples o constituyentes de los compuestos son las **moléculas**, que son las partes más pequeñas que conservan las propiedades del compuesto.

Al formarse un compuesto hay manifestación de energía y para descomponerlo en sus elementos, es necesario realizar un procedimiento químico; por ejemplo: la descomposición del agua se realiza en el voltámetro de Hoffman, donde se introduce en los tubos agua acidulada (agua con ácido) y se hace pasar una corriente eléctrica que descompone el agua en oxígeno e hidrógeno.



**Figura 17.** Voltámetro de Hoffman.

Algunos ejemplos de compuestos de uso común son:

Compuesto	Nombre	Aplicación
$\text{CO}_2$	Dióxido de carbono	Gas producido en la combustión y respiración, utilizado por las plantas en la fotosíntesis.
$\text{NaCl}$	Cloruro de sodio	Sal de cocina.
$\text{NaHCO}_3$	Bicarbonato de sodio	Ablandar y hornear alimentos.
$\text{CaO}$	Óxido de calcio	Cal para la agricultura y blanqueo.
$\text{CaSO}_4$	Sulfato de calcio	Con agua forma yeso, para elaborar tiza, estuco, moldes y elementos decorativos.
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	Glucosa	Azúcar, para endulzar.
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	Alcohol etílico	Enfermería e industria licorera.

## Características de los compuestos químicos

Si se considera que los compuestos son sustancias puras, sus moléculas deben tener una composición definida y constante. Recordando el ejemplo del agua, siempre que sus átomos se unan en la misma proporción, es decir, dos de hidrógeno por uno de oxígeno, formarán sólo agua.

Cuando se cambia la proporción de átomos, formarán un compuesto distinto, como es el caso del peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ), presente en el agua oxigenada, que tiene propiedades diferentes de las del agua natural, a pesar de estar constituida por los mismos elementos.

En la formación o en la descomposición de los compuestos siempre hay absorción o desprendimiento de energía.

Los constituyentes de los compuestos no se pueden observar a simple vista. Los compuestos sólo pueden separarse en sus elementos constitutivos por métodos químicos.

Las propiedades de un compuesto son distintas a las de los constituyentes que lo forman.

Son homogéneos en todas y cada una de sus partes.

## Diferencias con las mezclas

Las mezclas son también el resultado de la participación de dos o más componentes, pero de manera distinta a la que ocurre en los compuestos. En el cuadro siguiente se muestran algunas diferencias entre ambas formas de materia:

Características Sustancias	Manifestación de energía	Componentes o constituyentes	Composición	Separación
<b>MEZCLAS</b>	Generalmente, no hay manifestación de energía al formarla o desintegrarla.	Los componentes conservan sus propiedades al formarla.	Es variable en cantidad de sustancias.	Se separan por métodos físicos o mecánicos. Sin embargo, muchas veces resulta bastante difícil separar sus componentes.
<b>COMPUESTOS</b>	Siempre hay manifestación de energía en forma de calor, luz, electricidad, etcétera, al formarlos o descomponerlos.	Los constituyentes pierden sus propiedades originales al formarlos.	Es fija y guardan una proporción constante en el número de elementos que los forman.	Sólo se separan por métodos químicos.

Los compuestos tienen una gran importancia para el ser humano, ya que están presentes en la atmósfera, el suelo, los alimentos y en su propio cuerpo.



## Capítulo 5

### ORGANIZACIÓN DE LA MATERIA



En este capítulo se estudian: los modelos que explican la estructura del átomo como partícula fundamental de la materia; la molécula, su clasificación y representación y, por último, los conceptos de número atómico, número de masa atómica, masa atómica y masa molecular.

*“Las cosas perfeccionadas por la naturaleza son mejores que las terminadas por los artífices”.*

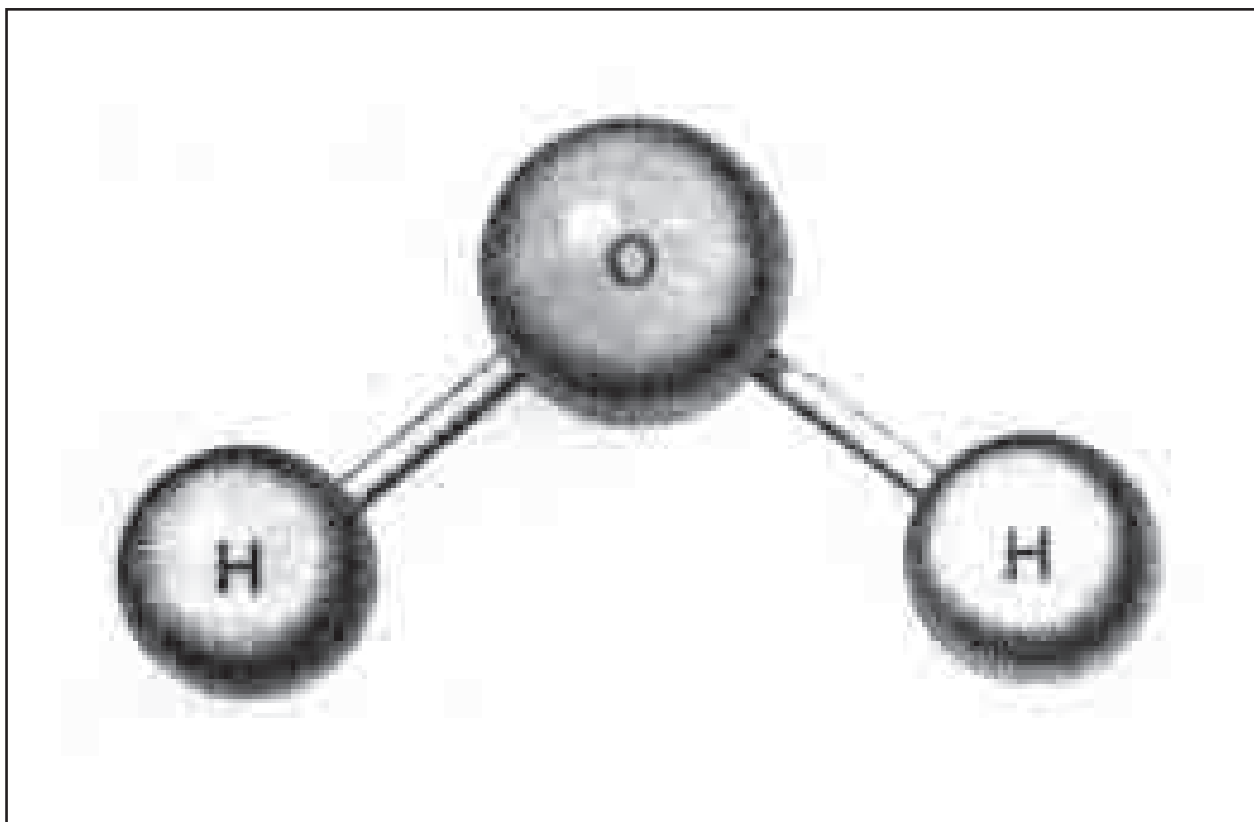
**CICERÓN**

## 5.1 EL ÁTOMO

### Corresponde a la sesión de GA 5.42 (62.2-Q) CHIQUITO PERO PICOSO

El átomo es la partícula más pequeña de un elemento que conserva las propiedades de éste.

La materia está constituida por átomos los cuales pueden unirse para formar moléculas; por ejemplo, una molécula de agua está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno.



*Figura 1. Molécula de agua.*

Las moléculas de todas las sustancias están constituidas por átomos. Conocer su estructura costó mucho tiempo y esfuerzo a los investigadores científicos que con base en numerosos experimentos y razonamientos lograron describirla.

### Estructura del átomo

La clasificación de la materia en sustancias puras y mezclas, así como la observación de las características de los distintos materiales existentes en el Universo, dio origen a preguntas tales como: ¿de qué está hecha la materia? ¿A qué se deben las distintas

propiedades de las sustancias? ¿Por qué unas sustancias son líquidas y otras sólidas?  
¿Por qué los compuestos tienen una composición definida?

Para resolver estos interrogantes, la ciencia debió indagar sobre la estructura íntima de la materia. Las primeras respuestas se deben a los griegos Leucipo y Demócrito, en los siglos V y IV antes de Cristo (a. C.), quienes utilizando la especulación y el razonamiento (pero no la experimentación) llegaron a concluir que la materia está constituida por partículas pequeñísimas llamadas **átomos**, palabra que en griego significa indivisible. Según ellos, cada material estaba constituido por una clase particular de átomos: átomos de hierro, átomos de aire, átomos de roca y así sucesivamente. La fluidez de los líquidos la explicaban diciendo que sus átomos eran lisos; mientras que los sólidos (que no fluyen) presentaban átomos rugosos.

Esta concepción de la materia fue complementada por Aristóteles (384 – 322 a. C.), quien sostuvo que la materia podía subdividirse indefinidamente. Estas ideas fueron retomadas 2 000 años después, cuando la experimentación hizo parte fundamental del estudio de la física y la química. Desde entonces se han adelantado innumerables trabajos e investigaciones sobre la estructura de la materia como se comenta a continuación.

En el siglo XVIII, un inglés llamado John Dalton propuso la primera teoría atómica y ordenó los átomos en una tabla de acuerdo con sus pesos atómicos. (Ver lectura complementaria “Dalton y su teoría atómica”, al final del libro).

J.J. Thomson, científico de nacionalidad inglesa, sugirió a finales del siglo XIX un modelo que representa al átomo como una esfera de carga positiva en la cual se hallan incrustados los electrones (partículas de carga negativa).

En 1898, en Francia, los esposos Curie, basados en sus experiencias, aportaron ideas para dividir al átomo en partículas más pequeñas.

El inglés Rutherford propuso, en 1911, un modelo del átomo con un núcleo de carga positiva alrededor del cual se mueven partículas negativas.

En 1913, el físico danés Niels Bohr modificó el modelo de Rutherford y precisó el comportamiento de las cargas eléctricas del átomo. (Ver lectura complementaria “Bohr y su modelo atómico”, al final del libro).

En 1932, el físico inglés James Chadwick (1891 – 1974) descubrió una partícula con masa prácticamente igual a la partícula positiva, pero que no tenía carga eléctrica. Debido a esta neutralidad de carga, la llamó neutrón.

Posteriormente, con los aportes de muchos científicos más, se desarrolló un modelo matemático que complementó el modelo de Bohr para explicar la estructura y el comportamiento del átomo.

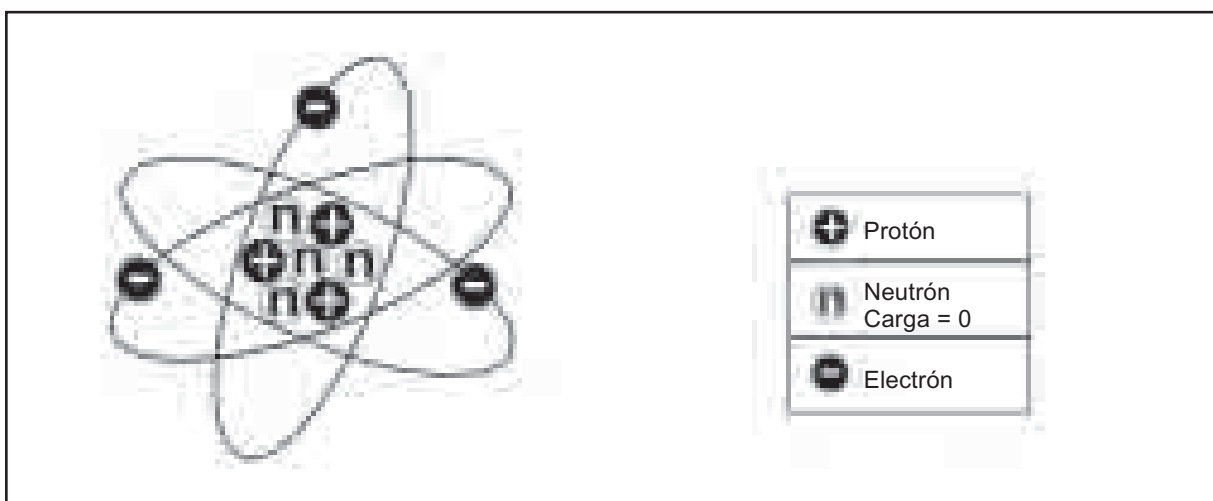
En la actualidad se conoce que el átomo está formado por aproximadamente 24 partículas, llamadas subatómicas. Sin embargo, para formar un modelo básico de átomo se utilizan solamente tres: **electrones, protones y neutrones**. Las dos primeras están cargadas eléctricamente; los electrones con carga negativa y los protones con carga positiva. Por su parte, los neutrones tienen carga eléctrica positiva igual que la negativa, es decir, carga neutra. En la práctica se dice que no tiene carga eléctrica.

El átomo se representa mediante un modelo comparable al del Sistema Solar. El núcleo está formado por protones y neutrones. Los electrones giran alrededor del núcleo, en una región del espacio llamada "corteza" o periferia, formando **órbitas**, de manera similar a los planetas al girar alrededor del Sol. El núcleo tiene carga eléctrica positiva (la de los protones) en tanto que la periferia tiene carga eléctrica negativa (la de los electrones).

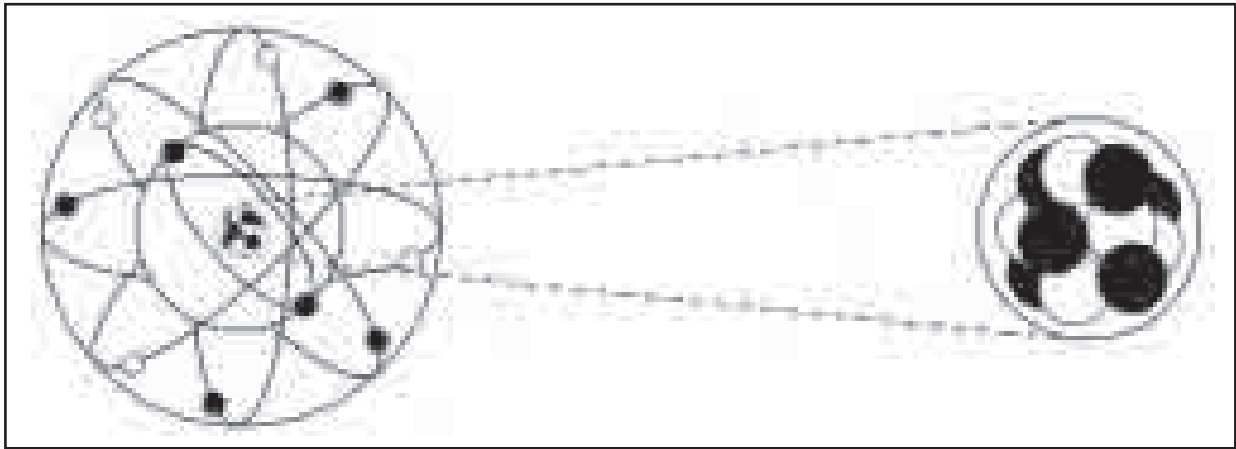
El átomo de hidrógeno, por ejemplo, tiene un protón y un neutrón que conforman el núcleo alrededor del cual gira un electrón.

A su vez, el átomo de carbono tiene seis protones, seis electrones y seis neutrones. En el núcleo del átomo, se encuentran los seis protones y seis neutrones, mientras que alrededor del núcleo giran los seis electrones.

La carga eléctrica del átomo es neutra debido a que tiene el mismo número de electrones (con carga negativa) y de protones (con carga positiva), por lo tanto las cargas se neutralizan.



**Figura 2.** Átomo de litio.



*Figura 3. Átomo del carbono donde se representan las órbitas de los electrones para indicar cómo giran alrededor del núcleo.*

## 5.2 HIPÓTESIS ATÓMICA (DALTON)

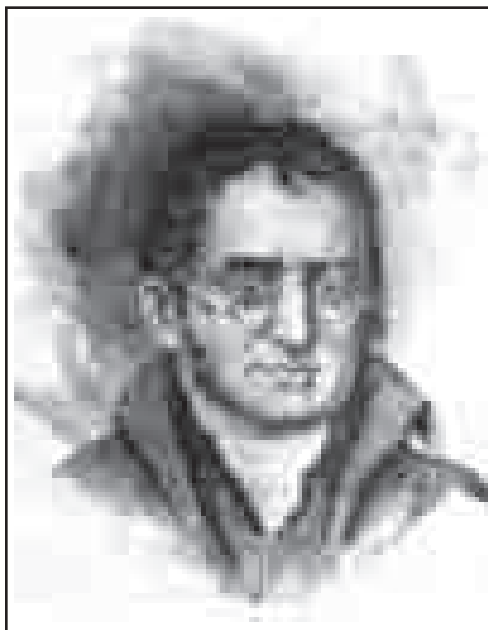
### Corresponde a la sesión de GA 5.43 (63.2-Q) BUSCANDO RESPUESTAS

Los elementos son sustancias simples que no se descomponen ni se crean por métodos químicos y están constituidos por átomos. Los átomos forman moléculas. ¿Quién dedujo esta teoría si los átomos y las moléculas son tan pequeñas que es imposible verlas a simple vista?

### Hipótesis atómica de Dalton

El científico inglés John Dalton (1767 –1844) propuso una primera teoría atómica. Esta teoría está basada en la experimentación y en los conocimientos químicos que en esa época se tenían.

Los postulados de Dalton siguen teniendo validez, a pesar de que se les han hecho algunas modificaciones debido a los continuos avances de la ciencia.



*Figura 4. John Dalton.*

## Postulados

La teoría de Dalton, propuesta en 1808, se basa en los siguientes postulados:

1. Los elementos están constituidos por partículas pequeñísimas llamadas átomos, los cuales son indivisibles e indestructibles en los cambios químicos.
2. Todos los átomos de un mismo elemento son iguales.
3. Los átomos de un elemento específico son diferentes a los átomos de cualquier otro elemento.
4. Cuando dos o más elementos se combinan en forma química, los átomos de dichos elementos se unen para formar compuestos. El compuesto que se forma siempre tiene el mismo número y tipo de átomos. Por ejemplo, la molécula del agua siempre tendrá dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno.
5. Los átomos de un mismo elemento pueden combinarse en proporciones diferentes para formar compuestos diferentes. Por ejemplo, dos átomos de hidrógeno se unen con un átomo de oxígeno para formar una molécula de agua, que se denota como  $H_2O$  y dos átomos de hidrógeno se combinan con dos átomos de oxígeno para formar una molécula de peróxido de hidrógeno que se denota como  $H_2O_2$  y que se conoce como agua oxigenada.

La teoría de Dalton explicó con éxito observaciones importantes.

El postulado de que los átomos contienen partículas pequeñas se comprobó cuando se fotografiaron los átomos individuales del uranio y del torio mediante un instrumento denominado microscopio electrónico, demostrando que el átomo está constituido básicamente de partículas subatómicas como los electrones, protones y neutrones. Estos átomos son divisibles debido a los cambios nucleares y, por lo tanto, no son indestructibles como lo postuló Dalton.

Con respecto al segundo postulado, no todos los átomos de un mismo elemento son exactamente iguales, puesto que pueden presentarse ligeras diferencias en cuanto a la masa de los átomos que constituyen un elemento dado.

El modelo de Dalton también explicó con éxito la **ley de las proporciones constantes**, esto es, que el número relativo de átomos de un compuesto siempre tendrá las mismas proporciones de masa de los distintos elementos que lo forman. Por ejemplo, el agua siempre contiene 8 g de oxígeno por cada gramo de hidrógeno.

Dalton también predijo la forma en que los elementos se unen para formar más de un compuesto. Por ejemplo, predijo que el nitrógeno y el oxígeno podían formar un compuesto que tiene un átomo de oxígeno y uno de nitrógeno representado como NO, otro con dos átomos de nitrógeno y uno de oxígeno que se representa como N<sub>2</sub>O, y uno más que tiene un átomo de nitrógeno y dos de oxígeno representado como NO<sub>2</sub>. Cuando se comprobó que en realidad estas sustancias existían, la teoría de Dalton tomó validez.

La teoría de Dalton, pese a sus imprecisiones representa un avance gigantesco en el desarrollo de la química, siendo hoy todavía uno de sus pilares fundamentales. (Ver lectura complementaria “Dalton y su teoría atómica”, al final del libro).

## 5.3 MOLÉCULA

### Corresponde a la sesión GA 5.44 (65.2-Q) PEQUEÑA Y SIMILAR

Todas las cosas que nos rodean están formadas por átomos, los cuales, como ya sabemos, son pequeñas partículas que no pueden observarse a simple vista.

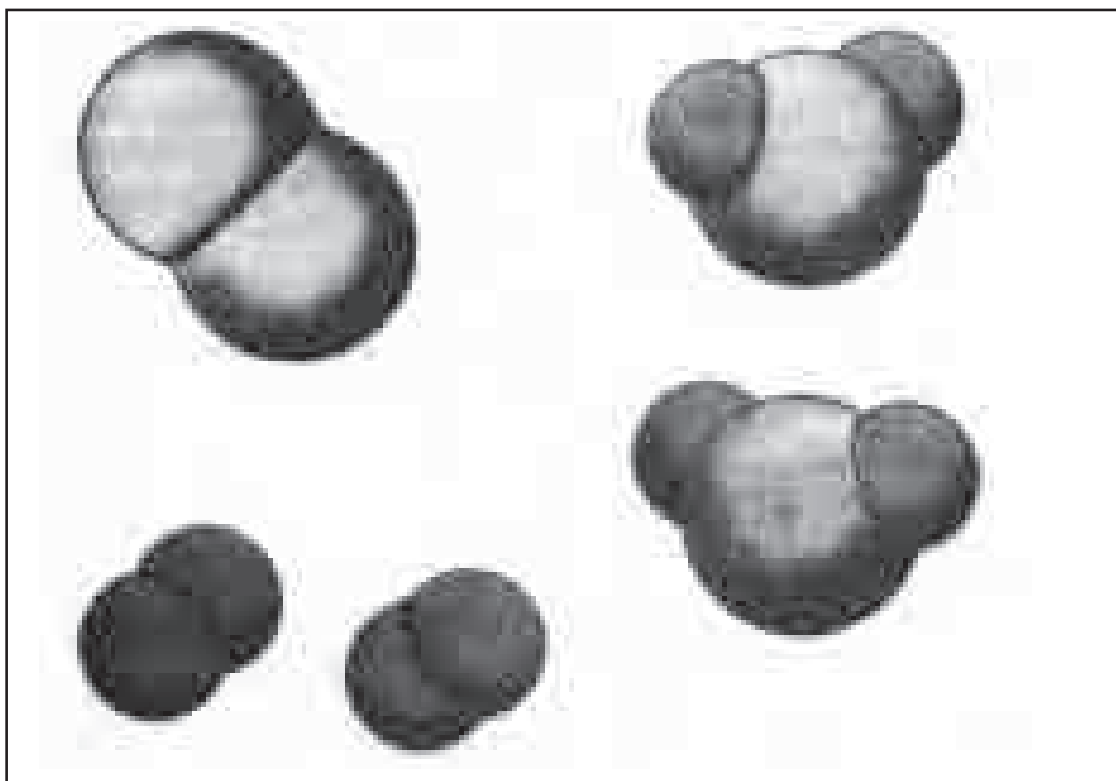
Ninguna persona ha observado un átomo, sin embargo, gracias a sus manifestaciones y los experimentos de algunos investigadores puede deducirse su estructura y comportamiento.

Cuando los átomos se unen forman unidades mayores que se conocen como **moléculas**.

La **molécula** es la parte más pequeña de una sustancia que puede existir en estado libre sin perder sus características.

Una molécula puede estar formada por un solo átomo, por ejemplo: el argón (Ar), kriptón (Kr), etcétera.

Se conoce como **atomicidad** de una molécula al número de átomos que constituyen la molécula y se le nombra de acuerdo con el número de átomos que presenta.



*Figura 5. Moléculas de hidrógeno y oxígeno, libres y combinadas.*

### **Molécula monoatómica**

Cuando la molécula está formada por un solo átomo, por ejemplo el neón (Ne) y el argón (Ar), se denominan **monoatómicas**.

Las moléculas formadas por un solo átomo como las de los metales, tanto el átomo como la molécula se representan de la misma manera; por ejemplo: aluminio (Al), oro (Au), cobre (Cu), etcétera.



## Molécula diatómica

Cuando la molécula está formada por la unión de dos átomos, entre ellas encontramos la molécula de oxígeno ( $O_2$ ) y el monóxido de carbono (CO).

## Molécula triatómica

Se denomina así a las moléculas formadas por la unión de tres átomos; un ejemplo es el agua ( $H_2O$ ), formada por la unión de dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno.

## Molécula poliatómica

Las moléculas de este tipo se forman por la unión de tres o más átomos, como es el caso del compuesto conocido como ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ).

Los átomos que forman una molécula pueden ser del mismo elemento; por ejemplo: la molécula de oxígeno ( $O_2$ ) o la de hidrógeno ( $H_2$ ), o de diferentes elementos como las moléculas de los compuestos químicos como el agua ( $H_2O$ ) y el dióxido de carbono ( $CO_2$ ).

## 5.4 FÓRMULAS QUÍMICAS

### Corresponde a la sesión de GA 4.45 (67.2-Q) NO ES MÁGICA

En todo el mundo, la molécula de agua se representa mediante la fórmula  $H_2O$ , es decir, dos átomos de hidrógeno por uno de oxígeno; esto indica que las fórmulas químicas constituyen un lenguaje universal.

Una fórmula está constituida por símbolos químicos que indican los elementos que forman un compuesto.

Por ejemplo, KCl es la fórmula de cloruro de potasio. Este compuesto está formado por un átomo de potasio y un átomo de cloro. Otro caso es la fórmula del dióxido de azufre,  $SO_2$ , la cual está formada por la unión de un átomo de azufre y dos átomos de oxígeno.

Cuando los átomos de los distintos elementos no están en igual número, la relación en la que se encuentran se indica mediante subíndices; por ejemplo, en el  $SO_2$  el azufre tiene subíndice **1** (por tener este valor no se escribe) y el oxígeno tiene subíndice **2**.

El **subíndice** es el número colocado a la derecha y en la parte inferior del símbolo que

indica el número de átomos de cada elemento presentes en una fórmula química.

Al observar una fórmula química se puede conocer tanto los elementos que constituyen un compuesto, como el número de átomos de cada elemento que en él se encuentran.

Si a la fórmula se le antepone un número, llamado **coeficiente**, éste señala la cantidad de moléculas de un compuesto; por ejemplo,  $3\text{H}_2\text{O}$  significa que hay **3** moléculas de agua. En estos casos, el coeficiente se escribe más grande que los subíndices.

Existen diferentes tipos de fórmulas: moleculares, empíricas, condensadas, semidesarrolladas y electrónicas.

## Fórmulas moleculares

Estas fórmulas expresan el número real de átomos de cada elemento contenidos en la molécula de un compuesto; por ejemplo, la fórmula del dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) indica que cada molécula contiene un átomo de carbono y dos de oxígeno.

## Fórmulas condensadas

Las fórmulas de este tipo indican la cantidad de átomos de cada elemento presentes en un compuesto; por ejemplo, la fórmula condensada del alcohol etílico es  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  e indica que en una molécula de este alcohol se encuentran 2 átomos de carbono, 6 de hidrógeno y 1 de oxígeno.

## Fórmulas desarrolladas o estructurales

Estas fórmulas son la representación gráfica de la unión de los átomos para formar una molécula y, además, indican la capacidad de combinación de los mismos; por ejemplo, la fórmula desarrollada o estructural del  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  (alcohol de caña o etílico) es:



## Fórmulas semidesarrolladas

En este tipo de fórmulas se indican las uniones entre los átomos principales; por ejemplo, consideremos el alcohol de caña, cuya fórmula es  $C_2H_6O$ , en la que los átomos principales son los carbonos (C), a los cuales están unidos los hidrógenos (H) y el oxígeno (O) que forma parte del alcohol, (OH), y se escribe de la siguiente manera:



## Fórmulas electrónicas

Son aquellas que representan una molécula incluyendo todos los electrones externos de los átomos que la constituyen, estén o no comprometidos en la unión química. También reciben el nombre de fórmulas de Lewis, en honor al científico que las desarrolló. Los electrones se pueden representar por medio de puntos, círculos o cruces como se ilustra a continuación.

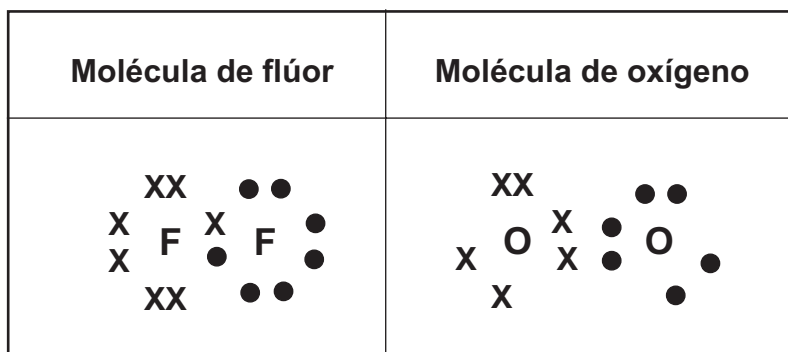


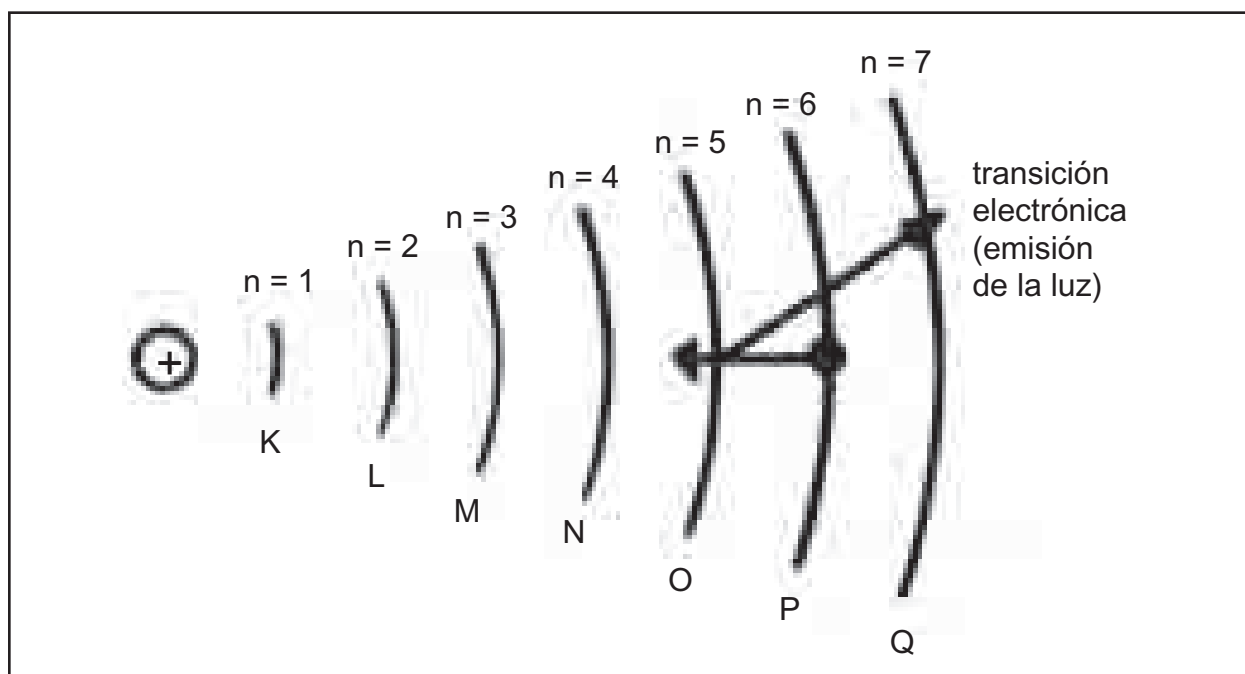
Figura 6. Fórmulas electrónicas.

## 5.5 MODELO ATÓMICO DE BOHR

### Corresponde a la sesión de GA 46 (68.2-Q) LA LUZ ES LA LUZ

Cuando se difundió el conocimiento sobre la existencia de los átomos hubo varios científicos que se dedicaron a investigar sobre su estructura y funcionamiento, con el afán de conocerlos con mayor detalle.

Uno de los científicos que aportó información sobre el átomo fue el danés Niels Bohr, quien en 1913 propuso que los átomos presentaban siete órbitas circulares a las que llamó **niveles de energía** o **niveles cuánticos** y los enumeró del uno al siete, siendo la órbita uno la más cercana al núcleo; la dos, la siguiente y así sucesivamente. A estos niveles se les ha asignado también una letra mayúscula (K,L,M,N,O,P y Q).

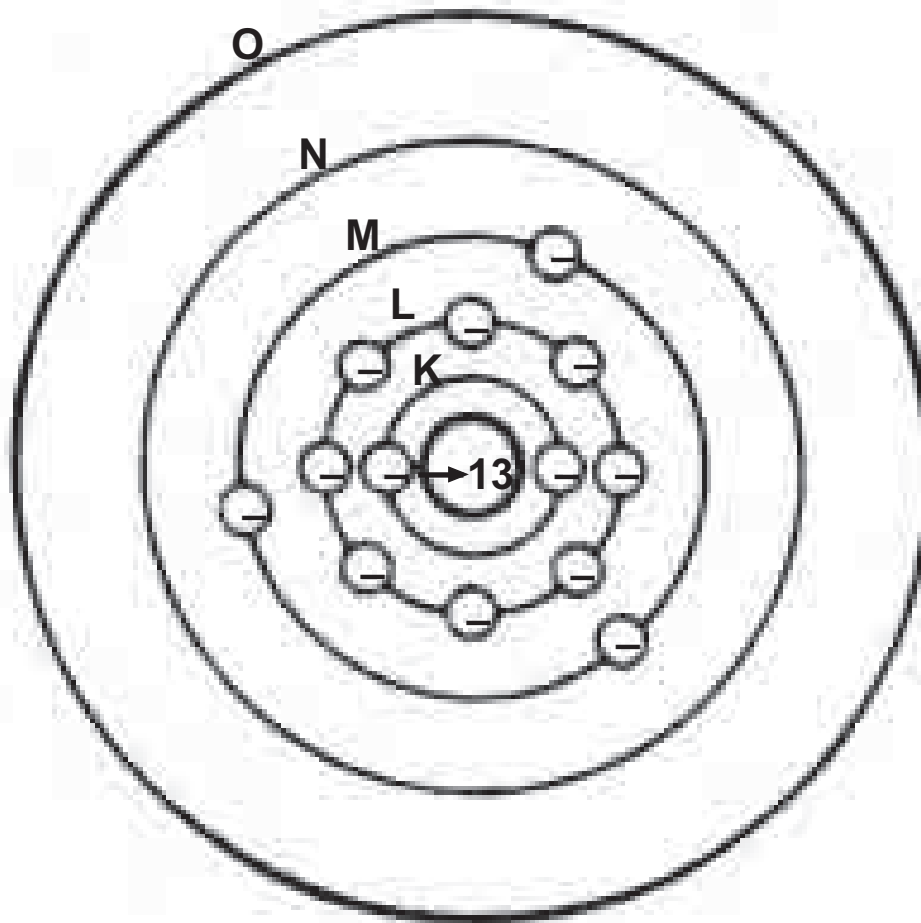


**Figura 7.** Movimiento del electrón que conlleva a la emisión de luz.  
(En la gráfica, las distancias entre los niveles de energía no son proporcionales a las de los átomos en su forma natural).

Bohr eligió el átomo de hidrógeno para proponer su modelo y para afirmar que, en condiciones normales, su único electrón gira en la órbita o nivel de energía más cercano al núcleo; sin embargo, éste puede “saltar o brincar” de esta órbita a otra más alejada del núcleo si se le aplica una cierta cantidad de energía, a la que se le llama **cuanto** y que es absorbida por el electrón para lograrlo.

El electrón puede permanecer en la órbita separada del núcleo por un tiempo, pero finalmente regresará a su posición original; al hacerlo devuelve la energía que tiene en exceso, desprendiéndola en forma de luz o **fotones**.

El comportamiento del átomo de hidrógeno no se puede aplicar a los demás, ya que todos son de mayor masa y tienen más electrones, lo que puede inducir a conclusiones erróneas.



*Figura 8. Representación del átomo de aluminio según el modelo de Bohr.*

Sin embargo, la propuesta de Bohr resultó ser una contribución muy valiosa para la comprensión de la estructura del átomo.

La teoría moderna heredó de Bohr un principio básico que es válido para todos los átomos: los **estados estacionarios de la energía**; esto es, que un electrón permanecerá en un determinado nivel de energía en tanto no se absorba o libere energía.

A cada nivel energético le corresponde cierta cantidad de energía y un número máximo de electrones; éste puede calcularse mediante una sencilla expresión matemática que dice: el número máximo de electrones es igual a  $2n^2$  donde:  $n$  = número cuántico principal (número de nivel).

De esta manera tenemos que al nivel  $n = 1$  le corresponden  $2(1)^2 = 2$  electrones; al  $n = 2$  le corresponden  $2(2)^2 = 8$  electrones, y así sucesivamente.

Por ejemplo, el átomo de aluminio tiene 13 electrones; por lo tanto, le corresponden al primer nivel dos electrones, al segundo ocho y los restantes se colocan en el tercer nivel (ver figura 8).

## 5.6 LOS ISÓTOPOS

### Corresponde a la sesión de GA 5.47 (69.2-Q) SON CASI IGUALES

Los átomos de un mismo elemento tienen el mismo número de protones que de electrones en su estado normal. Por ejemplo, el átomo de carbono tiene seis protones y seis electrones, pero ¿cuál es su número de neutrones? ¿Son también seis?

En el período comprendido entre 1907 y 1931 varios investigadores concluyeron que algunos átomos de un mismo elemento tenían diferentes masas atómicas. Un caso muy importante se suscitó con los átomos de plomo. Se detectó que algunos átomos presentaban masas de 206.4 uma (unidades de masa atómica) mientras que otros tenían 208.4 uma. (El concepto de uma se definirá más adelante).

¿A qué se debían estas diferencias si se trataba de átomos de un mismo elemento? Surgieron dudas acerca de si la masa atómica es la suma de protones y neutrones presentes en el núcleo del átomo, o algo pasaba en él.

Gracias a numerosas investigaciones pudo comprobarse que en algunos átomos de un mismo elemento las partículas llamadas neutrones se presentaban en diferentes cantidades, por lo que cada átomo con diferente número de neutrones se denominó **isótopo**.

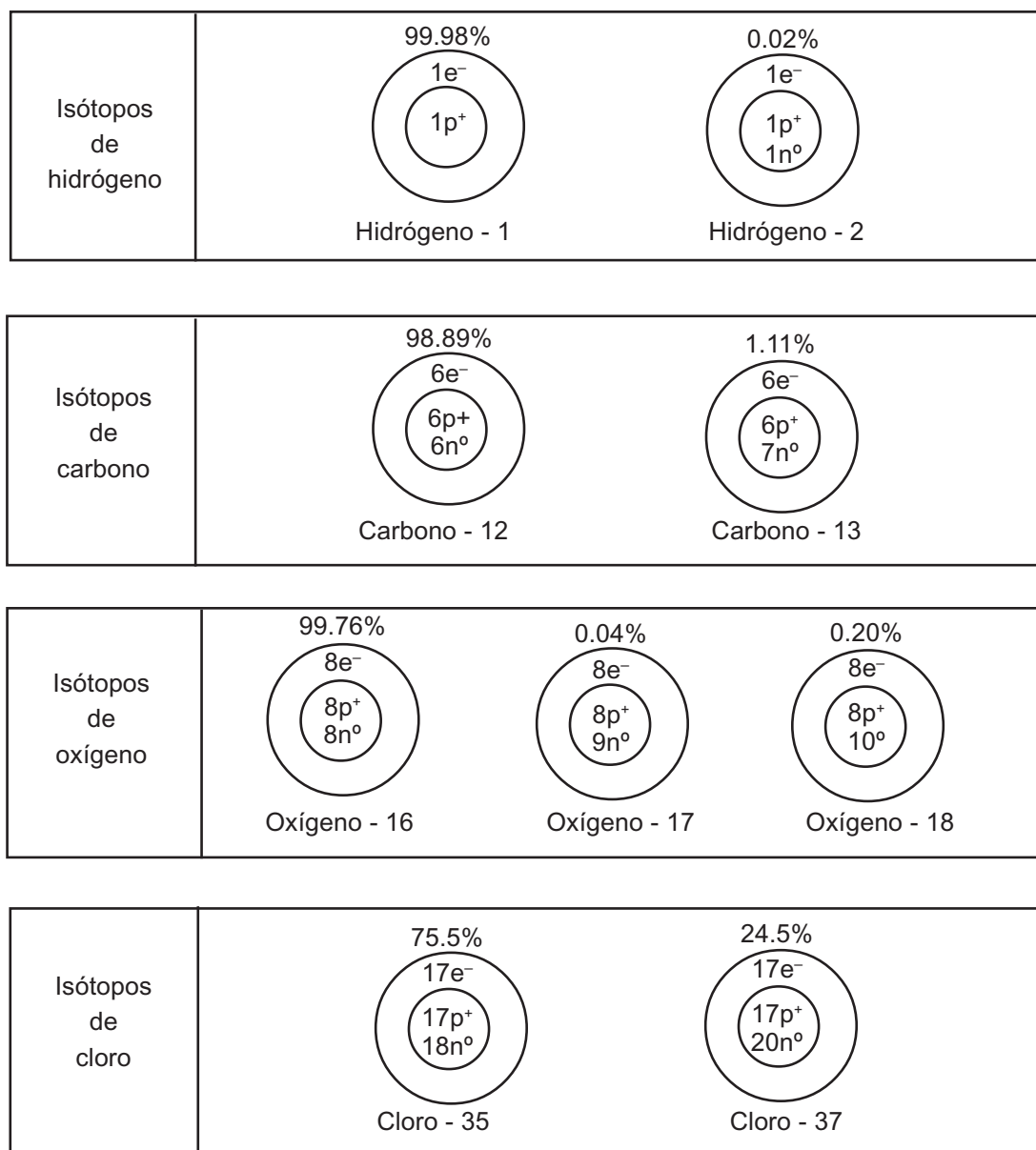
En los isótopos, los átomos tienen el mismo número de protones y de electrones, sin embargo, el número de neutrones es diferente. Por consiguiente, los isótopos difieren en el número de neutrones presentes en el núcleo atómico.

Los isótopos de un mismo elemento tienen propiedades químicas idénticas, sólo cambian sus propiedades nucleares.

A los isótopos se les identifica por su masa atómica. Por ejemplo, el átomo de carbono tiene los isótopos de carbono doce (C 12), carbono trece (C 13) y carbono catorce (C 14).

Los isótopos se encuentran en un cierto porcentaje en la naturaleza. Por ejemplo, el carbono 12 se encuentra en un 98.89%, el carbono 13 en un 1.11%, mientras que el porcentaje de carbono 14 es despreciable por la mínima cantidad presente en la naturaleza; por consiguiente, el carbono 12 es el más abundante.

La masa de los átomos de un elemento es muy pequeña y se mide en diferentes unidades, entre ellas, la uma que utiliza como referencia la masa de un átomo isótopo de carbono doce (C 12).



**Figura 9.** Ejemplos de algunos isótopos y su respectiva abundancia (porcentual) en la naturaleza.

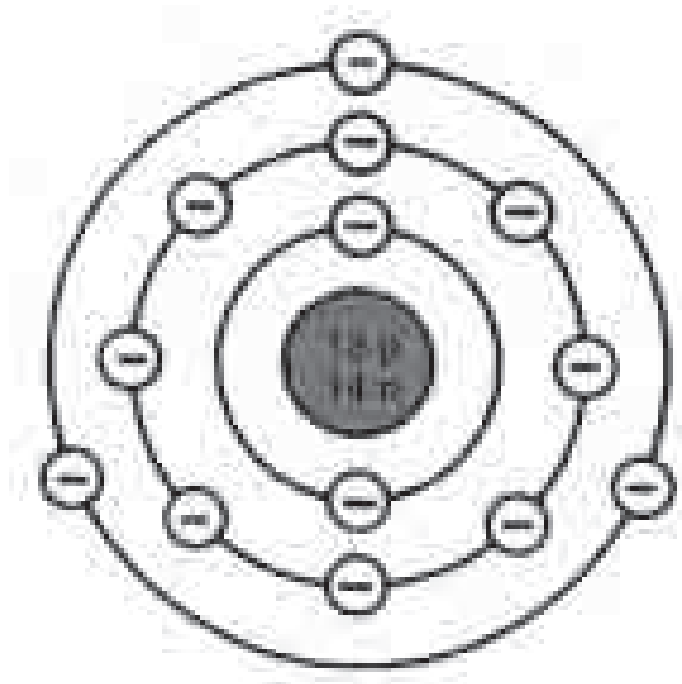
La masa atómica de los elementos que presentan isótopos es una masa promedio de todos los isótopos del elemento. Por esta razón, en los textos aparecen masas atómicas que no son exactamente números enteros.

Por ejemplo, la masa atómica del oxígeno reportada es de 15.9994 uma, siendo ésta la masa promedio de todos los isótopos del oxígeno.

## 5.7 MASA ATÓMICA Y MASA MOLECULAR

### Corresponde a la sesión de GA 5.48 (70.2-Q) LA MASA SÍ PESA

Todos los objetos, lápices, mesas, automóviles, etcétera, así como los seres vivos, están constituidos por átomos.



*Figura 10. Representación de un átomo de aluminio.*

Como ya se dijo, los átomos están constituidos por tres partículas fundamentales que son: protones, neutrones y electrones. A partir del estudio de estas partículas se han determinado algunos conceptos que se describen a continuación.

### Número atómico ( Z )

Es el número de protones que se encuentran en el núcleo, se designa con la letra Z.



## Número de masa atómica (A)

Es la suma del número de protones (Z) y neutrones (N) presentes en el núcleo atómico, se representa con la letra A.

La ecuación matemática para calcular el número de masa atómica se representa de la siguiente manera:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Número de masa atómica} & = & \text{número de} & + & \text{número de} \\ & & \text{protones} & & \text{neutrones} \\ \\ A & = & Z & + & N \end{array}$$

Por ejemplo, para calcular el número de masa atómica del cloro (Cl) que presenta 17 protones y 18 neutrones, se hace la siguiente consideración: si posee 17 protones su número atómico (Z) es 17 y luego se reemplaza en la ecuación anterior:

$$\begin{array}{rcl} A & = & Z + N \\ A & = & 17 + 18 \\ A & = & 35 \end{array}$$

En la actualidad se utiliza la siguiente representación para señalar el número atómico y número de masa atómica de un elemento:



Donde X corresponde al símbolo de un elemento.

## Masa atómica

Debido al tamaño extremadamente diminuto de los átomos, es imposible determinar su masa individual en una balanza. Los átomos son tan pequeños que para expresar su masa en gramos se recurre a fracciones de la unidad que tienen demasiados ceros a la derecha después de la coma. Por ejemplo, un átomo de carbono 12 tiene una masa real de 0.000000000000000000000002 g.

Para evitar esta situación y facilitar el manejo de los valores de las masas atómicas, se estableció una unidad de masa, mucho más pequeña que el gramo y se le dio el nombre

de **unidad de masa atómica (uma)**, que se define como la doceava parte de la masa de un átomo de carbono 12. Es decir que el átomo de carbono tiene una masa de 12 uma. En esta escala, por ejemplo, la masa atómica del hidrógeno es 1 uma y del oxígeno 16 uma.

Las masas atómicas de los diferentes átomos que encuentran registradas en los textos y en las tablas periódicas. En la práctica se aproximan al número entero, o con un decimal más cercano.

## Masa molecular

Es la suma de las masas atómicas de cada uno de los átomos que componen una molécula de un elemento o de un compuesto. A continuación se ilustra mediante ejemplos cómo se calcula la masa molecular.

### Ejemplo 1

La sal de cocina (NaCl) que se utiliza en la preparación de los alimentos es un compuesto constituido por dos clases de átomos, uno de sodio (Na) y otro de cloro (Cl). Para determinar la masa molecular de este compuesto es necesario realizar los siguientes pasos:

1. Separar cada uno de los elementos que lo componen.

Na  
Cl

2. Determinar el número de átomos de cada elemento.

Átomo	Número de átomos
Na	1
Cl	1

3. En los textos puede encontrarse el valor de la masa atómica de cada uno de los átomos que se mencionan.

Átomo	Masa atómica
Na	23 uma
Cl	35.5 uma

4. La ecuación para calcular la masa molecular es la siguiente:

Masa molecular = suma de masas atómicas

Para mayor facilidad, los datos se sustituyen de la siguiente manera y se realizan las operaciones que se requieran.

Átomo	Número de átomos en la molécula		Masa atómica		Masa molecular
Na	1	x	23 uma	=	23 uma
Cl	1	x	35.5 uma	=	+ 35.5 uma
			Total	=	<u>58.5 uma</u>

5. La masa molecular del NaCl es de 58.5 uma.

### Ejemplo 2

El nitrógeno ( $N_2$ ) es un gas que se encuentra en el aire formando las tres cuartas partes de su volumen. Siguiendo los pasos del ejemplo anterior se puede determinar su masa molecular.

1. Nitrógeno (N).

2. Número de átomos

Átomo	Número de átomos
N	2

3. En los textos se encuentra el valor de la masa atómica del átomo en mención.

Átomo	Masa atómica
N	14 uma

4. La ecuación para calcular la masa molecular es la siguiente:

Masa molecular = suma de masas atómicas

5. Se sustituyen los datos y se realizan las operaciones que se requieran.

Átomo	Número de átomos en la molécula		Masa atómica		Masa molecular
N	2	x	14 uma	=	28 uma

6. La masa molecular del  $N_2$  es de 28 uma.

## Capítulo 6

### SIN FUERZAS NO HAY NADA



En el siglo XVI Galileo Galilei escribió: “En la naturaleza no hay algo más antiguo que el movimiento, y son muchos y extensos los libros que los filósofos le han dedicado...”.

Por lo complicado del problema y lo admirable de las consecuencias que ha tenido el movimiento, este concepto constituye el gran reto intelectual del ser humano. Esta formidable empresa ha hecho uso de una poderosa herramienta matemática para las ciencias: los vectores.

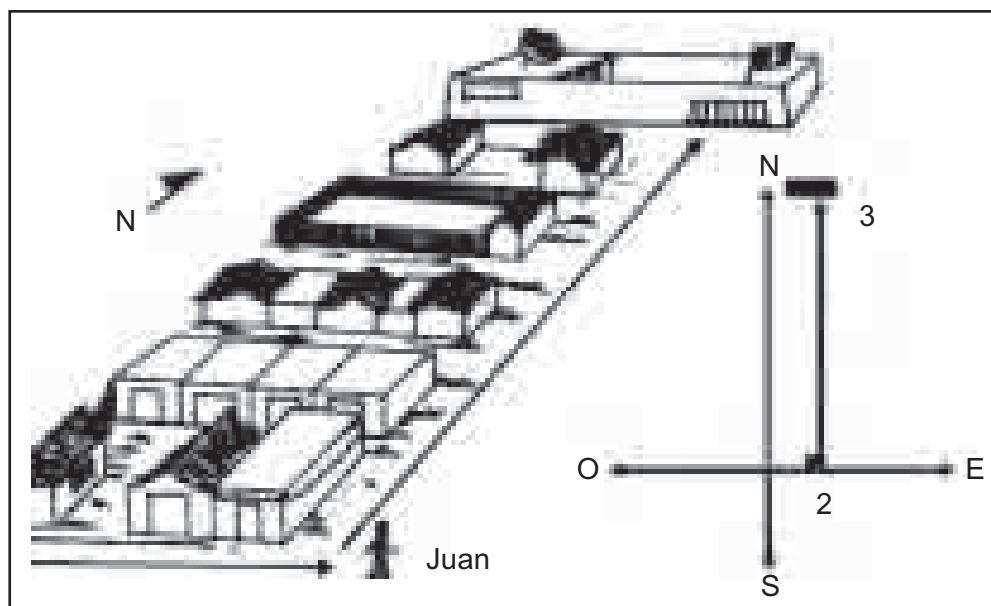
*“Denme materia y movimiento y construiré el Universo”.*

**RENÉ DESCARTES.**

## 6.1 VECTORES

### Corresponde a la sesión de GA 6.49 (45.2-F) REPRESENTANTES DE LA FUERZA

Juan es un estudiante nuevo de una población colombiana y no conoce el camino a la escuela; sus vecinos le dicen que debe caminar seis cuerdas a partir de la tienda de la esquina, pero al completar ese recorrido no sabe hacia dónde seguir, por lo que pregunta en la tienda y le dicen que camine rumbo al norte, guiándose por el asta de la bandera que se ve en esa dirección.



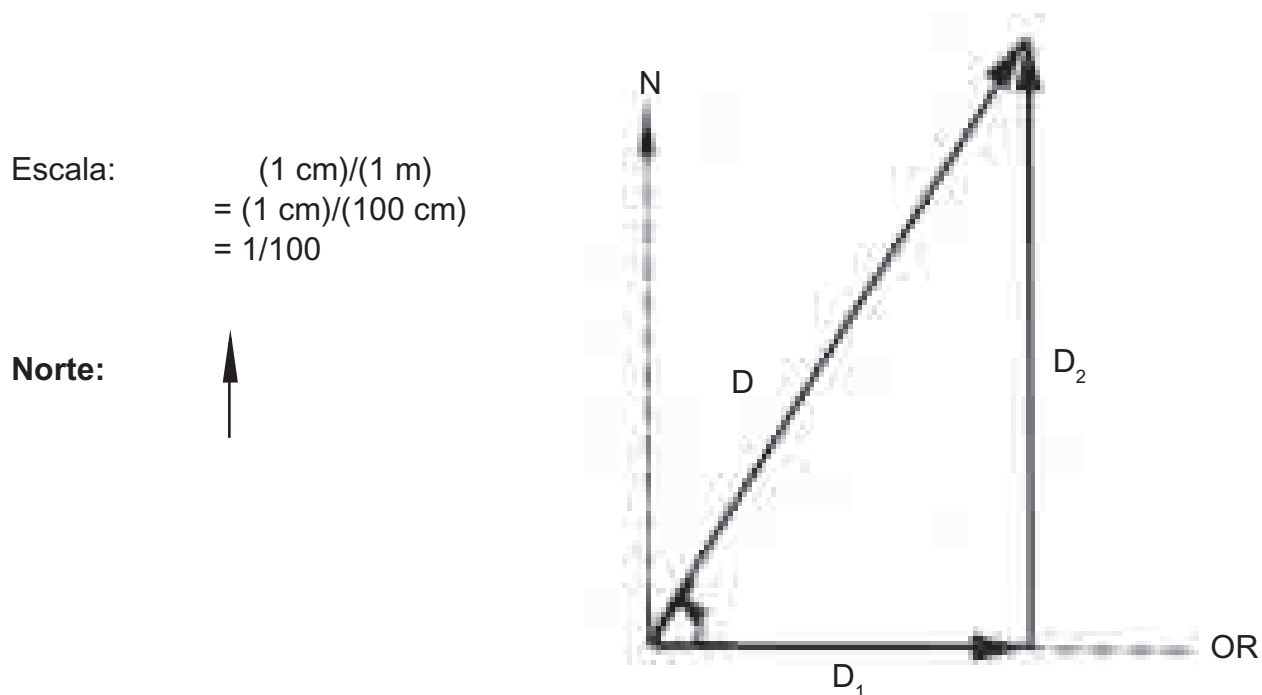
*Figura 1. El camino de Juan al colegio.*

Al llegar al colegio, comentó lo que le sucedió y el profesor aprovechó el incidente para explicar que había podido tomar un desecho desde que salió de la casa y llegar directamente al colegio, sin hacer el recorrido en escuadras, sino en línea recta. Explicó también que existen magnitudes que sólo requieren su **valor** (un número y su unidad), para quedar determinadas, como son: el área de un terreno ( $50 \text{ m}^2$ ), el volumen de un líquido ( $3 \text{ l}$ ) o bien, la temperatura ambiente ( $22 \text{ }^\circ\text{C}$ ); que se conocen como **magnitudes escalares**. Pero en el caso de Juan, se trataba de dos **desplazamientos**. El desplazamiento, lo mismo que la **velocidad** y la **fuerza**, necesitan para determinarlas, un **valor y una dirección**; las magnitudes que así se determinan (con valor y dirección) se conocen con el nombre de **magnitudes vectoriales**. Al valor también se le conoce con los nombres de **cantidad** o de **módulo**

Las magnitudes vectoriales se representan por medio de **vectores**. Un vector es un segmento de recta terminado en punta, es una flecha, la longitud del segmento es proporcional al módulo (cantidad o valor) y la punta de la flecha indica la dirección de la

magnitud vectorial que representa. Existen varias formas de expresar la dirección de un vector, dependiendo de la complejidad o exactitud requerida: por medio de señales; por medio de los puntos cardinales; por medio de latitudes o longitudes en la Tierra; posiblemente, la más usada es expresar la dirección por medio de ángulos contados a partir de uno de los ejes de un sistema de coordenadas, por ejemplo: Ana se desplaza 5 m al oriente y a partir de ese nuevo punto 8 m al norte. Represente por medio de vectores los dos desplazamientos y el desplazamiento resultante de Ana. Esta actividad se puede realizar en el patio del colegio, como se propone en la guía de aprendizaje.

- Se dibujan los desplazamientos en una hoja de papel, para lo cual es necesario hacerlo a escala, es decir, haciendo corresponder cada centímetro en la hoja de papel a un metro del patio del colegio.
- Se fija la dirección norte en la hoja de papel.
- Se trazan las líneas con escuadra y transportador, lo más precisas que se pueda.



**Figura 2.** Representación de desplazamientos por medio de vectores.

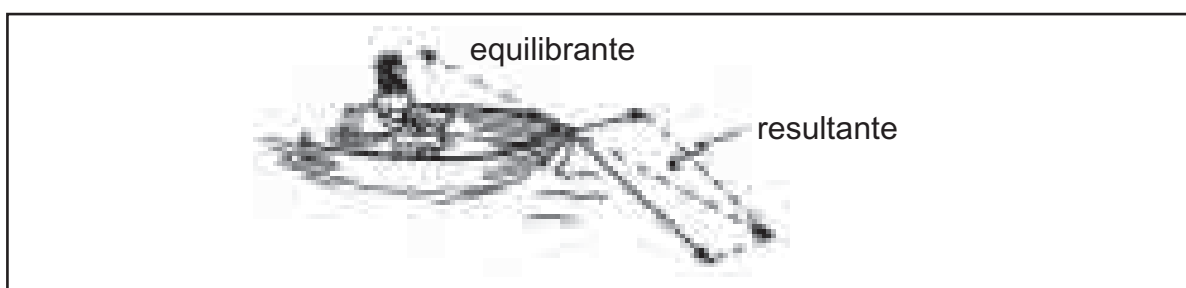
El desplazamiento neto realizado por Ana es aproximadamente:  $D = 9.4 \text{ m}$ , en dirección  $58^\circ$  midiéndolos desde el oriente hacia el norte.

En el caso de la fuerza, que es una magnitud vectorial, para su determinación hay que tener en cuenta los siguientes elementos:

- El cuerpo que recibe y el cuerpo que ejerce la fuerza.
- El valor de la fuerza.
- La dirección de la fuerza.
- El punto de aplicación de la fuerza.

Cuando se ejercen dos o más fuerzas sobre un mismo objeto, se tiene un sistema de fuerzas. El sistema puede contener fuerzas que son, con respecto a otra, colineales, paralelas o angulares.

Los sistemas de fuerzas están formados por las **integrantes**, que son cada una de las fuerzas o vectores que actúan en el sistema; la **resultante**, que es la fuerza o vector único que produce el mismo efecto que todas las integrantes juntas, es la suma de las fuerzas que integran el sistema. Una fuerza de igual valor y de dirección opuesta a la resultante (llamada **equilibrante**) anula el efecto de las integrantes.



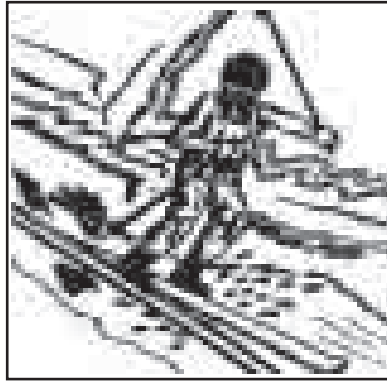
*Figura 3. Elementos de un sistema de fuerzas.*

Tener presente que el efecto de una fuerza o de la resultante de varias fuerzas es producir o modificar el movimiento o modificar la forma de un cuerpo.

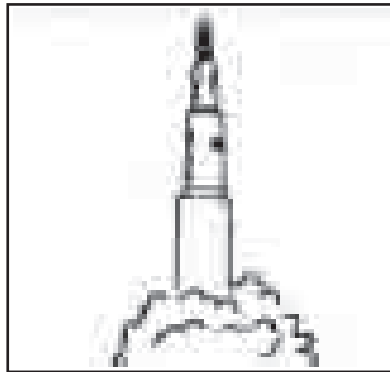
## 6.2 EFECTOS DE UNA FUERZA

**Corresponde a la sesión de GA 6.50 (46. 2-F) ESTUDIO A FUERZAS**

Cuando una persona empuja un carro, se dice que la persona está haciendo una fuerza sobre el carro. Del mismo modo, si se desea sacar un clavo de una tabla, es necesario que algo o alguien ejerza una fuerza sobre el clavo.



**Figura 4.** Las fuerzas son aplicadas en direcciones diferentes.



**Figura 5.** Una aplicación de fuerza muy grande se observa en el lanzamiento de un cohete.

Cuando un esquiador recibe una fuerza en dirección perpendicular a su velocidad cambia la dirección de su velocidad mas no el valor de la misma; si la fuerza es aplicada en dirección opuesta a la de su velocidad, ésta aumenta de valor, mas no cambia de dirección. De aquí surge la pregunta: ¿qué es lo que hace una fuerza, exactamente? Una fuerza puede producir dos efectos sobre un cuerpo:

- Cambiar la forma.
- Cambiar la velocidad. Cuando la velocidad cambia, es porque lo hace su valor, su dirección o ambas cosas. Recuerde que la velocidad es una magnitud vectorial; por lo tanto, posee valor y dirección.

En física la **fuerza** se define como **todo aquello que es capaz de modificar el movimiento, producir una modificación en la forma del cuerpo, o bien generar una presión.**

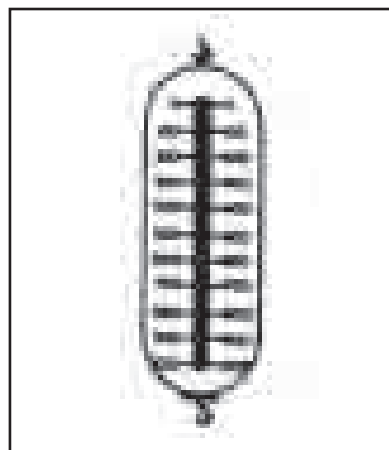
La unidad para medir la fuerza en el Sistema Internacional de Unidades es el **newton**<sup>1</sup>, el cual se representa con la letra N. Un newton corresponde a la fuerza con que la Tierra

<sup>1</sup> Newton (N): la unidad tomó ese nombre en memoria del célebre científico Isaac Newton.



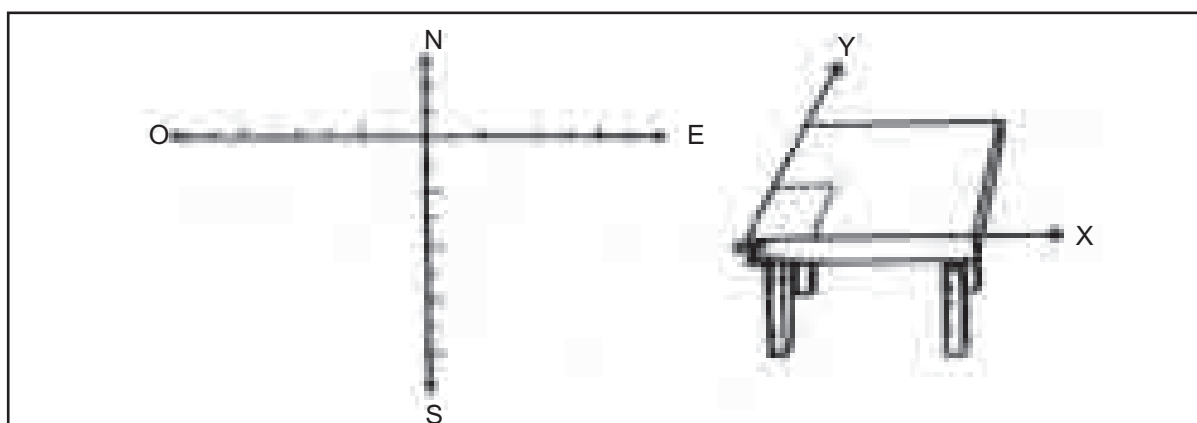
hala a un cuerpo cuando éste tiene una masa de  $(1/9.8)$  kilogramos. Cuando no se necesita tanta precisión, se aproxima  $1/9.8$  a  $1/10$ .

La fuerza se mide con un instrumento llamado **dinamómetro**, el cual consta de un resorte que se alarga de manera proporcional a la fuerza que soporta; la escala para la fuerza se gradúa según el alargamiento del resorte, teniendo en cuenta que en la Tierra un cuerpo de 1 kg de masa pesa 9.8 N (aproximando  $1000\text{ g} \Leftrightarrow 10\text{ N}$ , es decir  $100\text{ g} \Leftrightarrow 1\text{ N}$ , en la Tierra). Si la graduación del dinamómetro viene en gramos o kilogramos y no en newton, ya no se utiliza para medir fuerzas sino masas.



**Figura 6.** *Dinamómetro, instrumento para medir las fuerzas.*

Al sistema de referencia que se utiliza para fijar la posición de un punto se le llama **sistema de ejes coordenados**, también denominados **sistema de ejes cartesianos** que corresponden a dos rectas perpendiculares que se cruzan en un punto, denominado **punto de referencia**, tal como se representa en la figura 7.



**Figura 7.** *Los ejes cartesianos.*

“...Para escoger la escala, se debe tener en cuenta el valor de las fuerzas que se van a representar y el tamaño del papel en que se van a dibujar. El valor de la escala indica cuantas veces se reduce o se aumenta el tamaño de la magnitud”<sup>2</sup>.

Una escala se define como la relación entre el valor real y el valor dibujado:  $\text{Escala} = (\text{valor dibujado})/\text{valor real}$ .

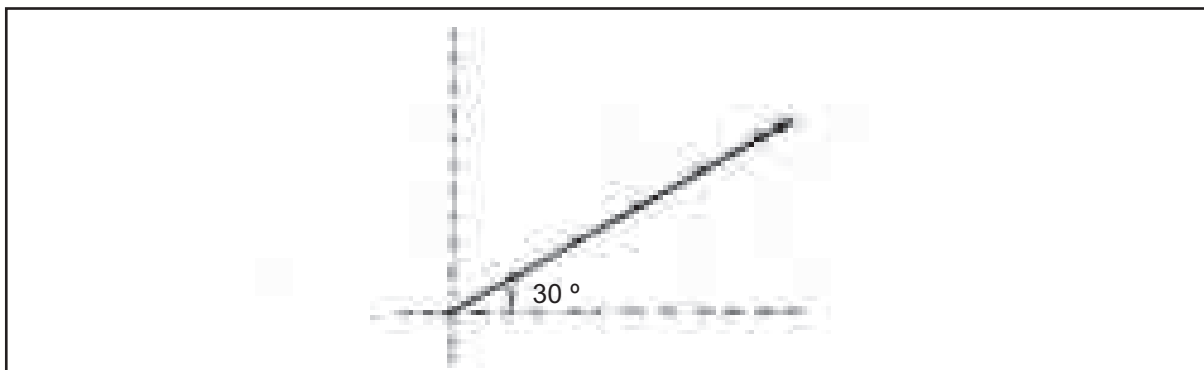
Si la estatura de una persona es de 165 cm y en una de sus fotografías aparece con una longitud de 16.5 cm, la escala es de  $(16.5 \text{ cm}) / 165 \text{ cm} = 1/10$ , es decir que en la fotografía la estatura es diez veces menor que la estatura real. La escala se escoge de tal manera que al simplificar la razón, en el numerador quede la unidad, pero esta condición no es indispensable.

Si queremos representar una fuerza de 800 N, en la dirección oriente, se dibuja el vector a escala:  $(1 \text{ cm})/100 \text{ N}$ .



**Figura 8.** Vector en ejes cartesianos.

Si se quiere representar por medio de un vector una velocidad de 0.56 km/h, en dirección nororiente a  $30^\circ$  del oriente, es adecuado dibujar el vector a la escala:  $(1 \text{ cm})/(0.10 \text{ N})$



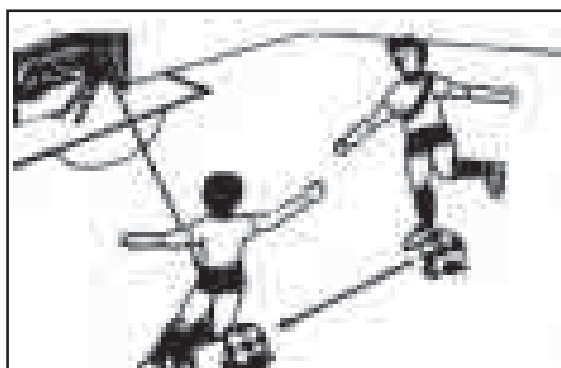
**Figura 9.** Representación vectorial de una velocidad.

<sup>2</sup> Rodríguez, et al., *Física, primer curso*, México, Esfinge, 1991, p. 68.

## 6.3 SUMA Y RESTA VECTORIAL

### Corresponde a la sesión de GA 6.51 (47. 2-F) APLICANDO LOS VECTORES

La forma adecuada para realizar operaciones con magnitudes vectoriales es utilizando los vectores. La forma como se suman o restan las magnitudes vectoriales es diferente a como se hace el cálculo utilizando la aritmética para las magnitudes escalares. Por ejemplo, un desplazamiento de 50 m en dirección oriente más otro desplazamiento de 80 m en dirección norte no corresponde a un desplazamiento de 130 m sino a 94.34 m en dirección de  $58^\circ$ , tomando el ángulo de oriente a norte, como quedó ilustrado también en la figura 2.

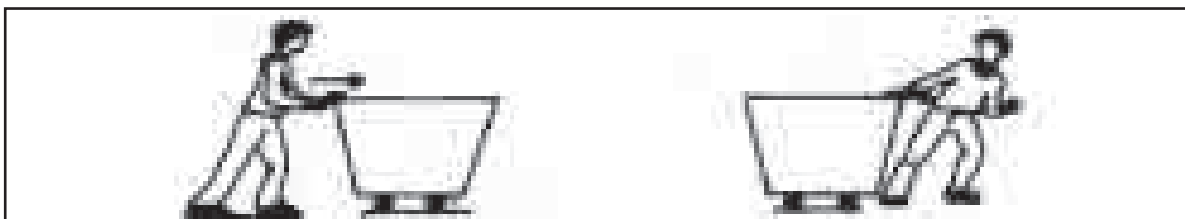


*Figura 10. Durante un partido de fútbol, los desplazamientos del balón son representados con un gran número de vectores.*

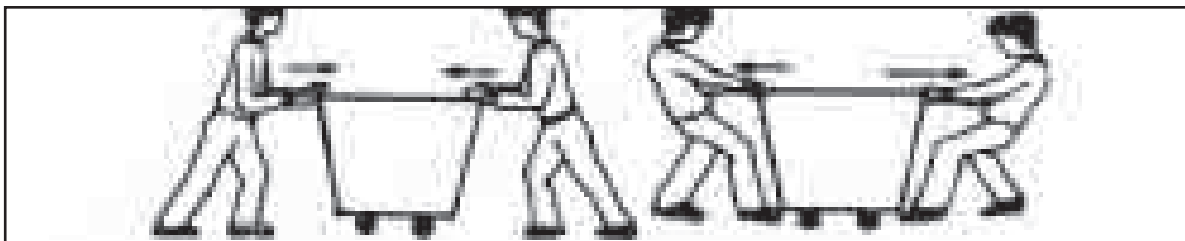
Si se piensa en las posiciones y en los permanentes cambios de posiciones de un balón de fútbol, es posible descubrir un infinito número de vectores que los representen, desde el inicio hasta el final del partido.

Lo anterior permite observar que los vectores son parte de la vida diaria y que se comportan de acuerdo con los **tres principios fundamentales de las fuerzas**, que dicen:

1. El efecto de una fuerza no varía si cambia su punto de aplicación, siempre y cuando mantenga su valor y dirección. En general, para los vectores, un vector puede ser trasladado a cualquier parte del espacio y siempre será el mismo, si no varía su valor ni su dirección.
2. Dos fuerzas de igual valor y direcciones opuestas, aplicadas a un mismo cuerpo, se equilibran. En general, la suma de dos vectores de igual magnitud y direcciones opuestas es cero, es decir, la resultante es cero.
3. El efecto que cada fuerza genera sobre un cuerpo es siempre independiente de los efectos que otras fuerzas producen en el mismo cuerpo.

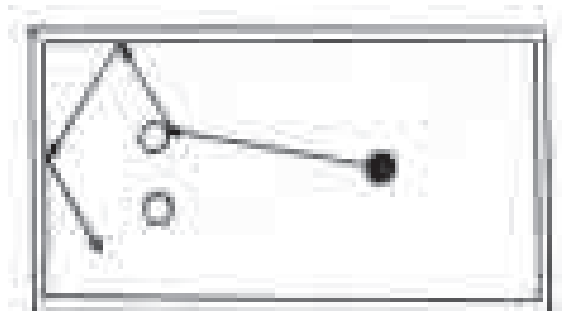


**Figura 11.** Aunque el punto de aplicación varía, el efecto de la fuerza es el mismo.



**Figura 12.** Fuerzas de igual valor con direcciones opuestas se anulan.

Para hallar la **suma o resultante** de varios vectores, se ordenan los vectores uno a continuación del otro, la punta del primero con el origen del siguiente, no importa el orden, respetando eso sí el valor y dirección de cada uno; el vector resultante es el que va del origen del primer vector a la punta del último. Para evitar los cálculos matemáticos, se procede de forma gráfica, dibujando a escala con regla y transportador. En el caso de un juego de billar, el desplazamiento resultante de una bola, después de recibir el impacto del taco, está representado por el vector que va desde el punto donde se inició la jugada hasta el punto donde se detuvo la bola.



**Figura 13.** El desplazamiento de las bolas de un juego se representa por vectores.

Ejemplos:

1. Con un recorrido sobre una misma acera y hacia el oriente, Cecilia pasó de la puerta del colegio al banco, recorriendo una distancia de 100 m; del banco a la iglesia distanciados 70 m y de la iglesia al restaurante que se encuentra a 50 m. ¿Cuál es el desplazamiento total de Cecilia?

Cuando hablamos de desplazamiento, nos referimos a la distancia en línea recta desde la posición inicial a la final, incluida la dirección.

**A** = 100 m, al oriente.

**B** = 70 m, al oriente.

**C** = 50 m, al oriente.

Hacemos la escala de tal manera que 1 cm en la gráfica corresponda a 20 m en la realidad:



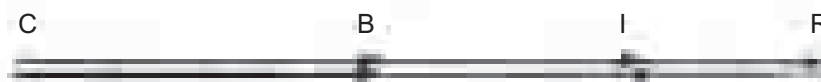
**Figura 14**

Tomando las medidas correspondientes y teniendo en cuenta la escala, se tiene:

$D_1 = A + B + C = 220$  m, al oriente del colegio.

2. Si ahora Cecilia se devuelve del restaurante a la iglesia, ¿cuál es su desplazamiento total?

Tomando las medidas correspondientes, se tiene:



**Figura 15**

$D_2 = A + B + (-C) = 170$  m, al oriente del colegio.

*NOTA: no hay que confundir el desplazamiento que tiene valor y dirección, con la distancia que sólo tiene valor. En este caso la distancia total recorrida es de 270 m.*

3. Si Cecilia continúa caminando en dirección hacia el colegio y sobrepasa a éste en 30 m, ¿cuál es su desplazamiento total?

Respuesta/ 30 m, al occidente del colegio.

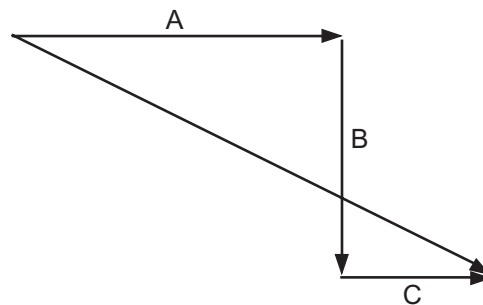
4. José Julián camina 100 m al oriente, después 70 m al sur y luego 50 m al oriente. ¿Cuáles es el desplazamiento y cuánto la distancia?

**A** = 100 m, al oriente.

**B** = 70 m, al sur.

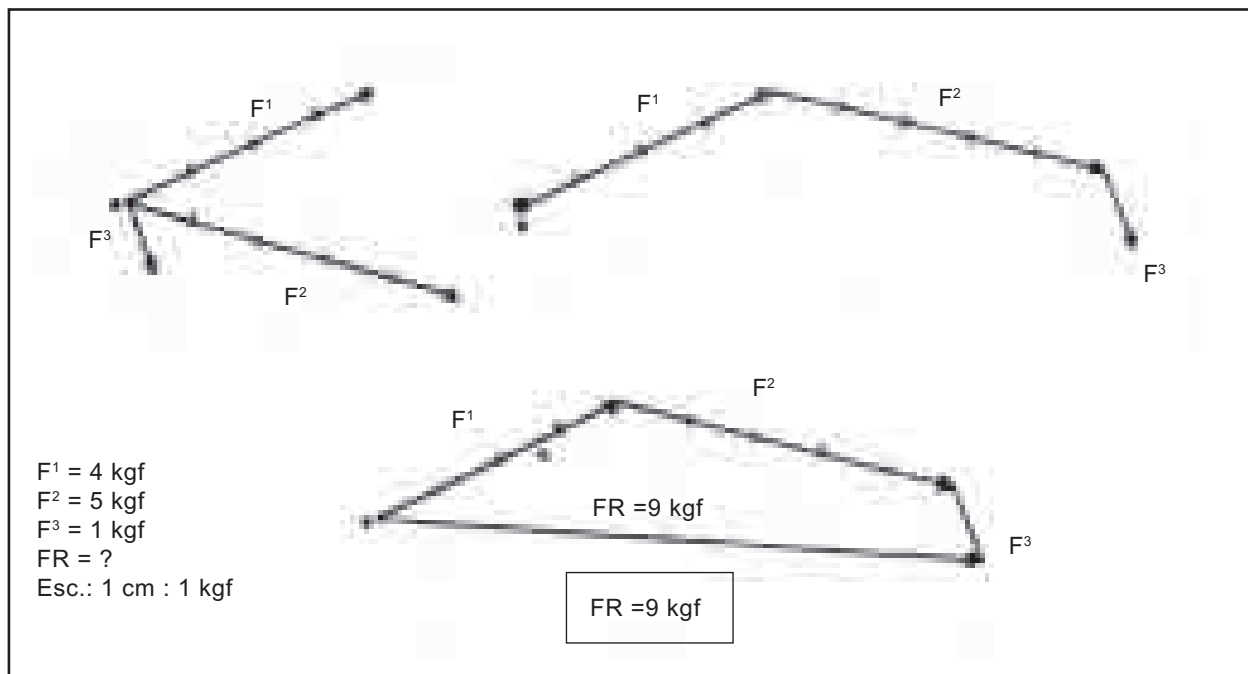
**C** = 50 m, al oriente.

Trazando la figura correspondiente:



**Figura 16**

**D** = **A** + **B** + **C** = 166 m, en dirección suroriente a  $25^\circ$  del oriente. En este caso la distancia total es de 220 m.



**Figura 17.** Mediante el método del polígono, se obtiene la resultante de un sistema de fuerzas.

Si se trata sólo de dos vectores, además del procedimiento anterior llamado con frecuencia **método del polígono**, se puede usar el **método del paralelogramo** para hallar la resultante o suma de los vectores.

Este método consiste en colocar los vectores a sumar, origen con origen, se trazan paralelas a los vectores y ello da lugar a un paralelogramo. En este caso la resultante será la línea que une el punto de origen de los dos vectores con el punto donde se cruzan las paralelas. Recuerde que la resultante, por ser un vector, tiene valor y dirección. Si son más de dos vectores, se suman dos de ellos por el método del paralelogramo y la resultante se suma con el tercer vector y así sucesivamente; pero en estos casos es preferible utilizar el método del polígono.



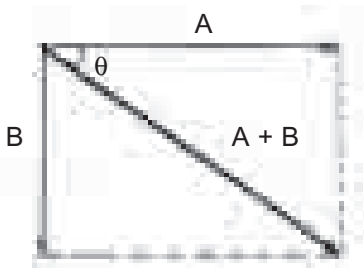
$(Fr = 4.4 \text{ N, en dirección } \theta = 15^\circ)^3$

**Figura 18.** Para obtener la resultante de un sistema de fuerzas (A), se trazan las paralelas a cada fuerza (B) y se une el punto de origen de las fuerzas con el punto en que se entrecruzan dichas paralelas, obteniéndose así un nuevo vector, que es la resultante (C).

Ejemplo: si se desea hacer la suma de los vectores **A** = 100 N, al oriente; **B** = 70 N, al sur; **C** = 50 N, en dirección oriente, por el método del paralelogramo se puede así:

$A + B + C = (A + B) + C$ , para hallar la suma de los tres vectores, primero se suman los vectores **A** y **B**, al resultado se le suma el vector **C**.

**(A + B):**



**Figura 19**

$(A + B) = 122 \text{ m, en dirección } \theta = 44.5^\circ:$

<sup>3</sup> El símbolo  $\theta$  corresponde a una letra griega, que se pronuncia teta y representa a un ángulo.

$(A + B) + C:$

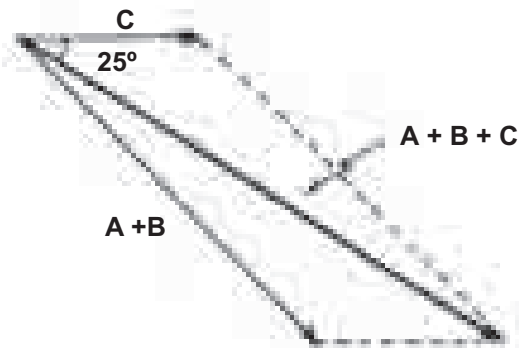


Figura 20.

$D = A + B + C = 166 \text{ m}$ , en dirección suroriente a  $25^\circ$  del oriente.

## 6.4 REPRESENTACIÓN DEL MOVIMIENTO FÍSICO

Corresponde a la sesión de GA 6.52 (41. 2-F) HACIENDO GRÁFICAS

¿Cuál es el movimiento más simple? La respuesta es: el movimiento constante en una sola dirección, al que se le conoce como **movimiento rectilíneo uniforme**.

Se toma como ejemplo el movimiento realizado por una persona que camina en línea recta desde el punto O al E. Se toma el tiempo total cada vez que la distancia se incrementa en 5 m, como se ilustra en la siguiente figura:

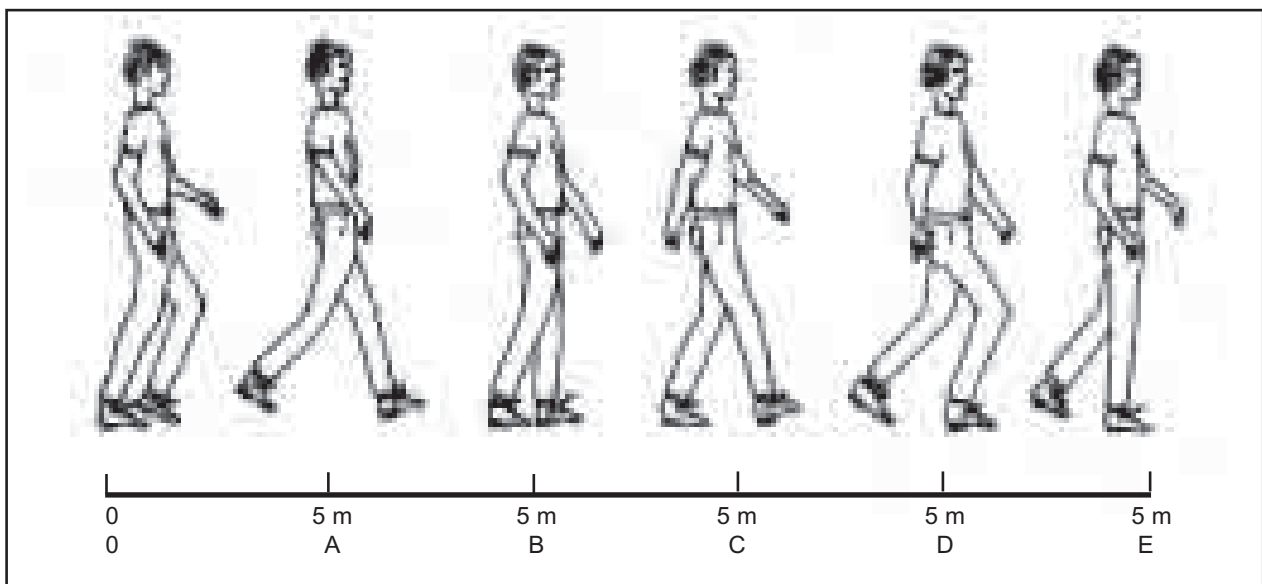


Figura 21. Un hombre en movimiento rectilíneo uniforme.

Con las observaciones y medidas realizadas se elabora una tabla de datos.



Punto	Distancia recorrida (m)	Tiempo transcurrido (s)
0	0	0
1	5	3
2	10	6
3	15	9
4	20	12
5	25	15
6	30	18

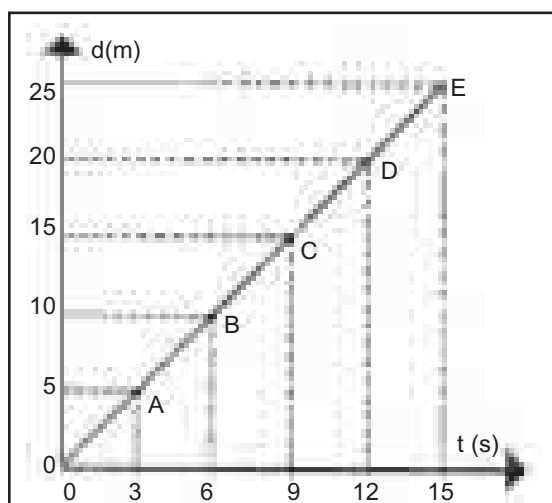
**Tabla 1.** Datos de un movimiento rectilíneo uniforme.

Los datos de la tabla anterior se representan gráficamente mediante un sistema de ejes cartesianos.

Un sistema de ejes cartesianos en dos dimensiones consta de dos rectas perpendiculares entre sí. A los valores sobre el eje horizontal se le conoce con el nombre de **abscisas** y a los valores sobre el eje vertical como **ordenadas**. Al conjunto de abscisas y ordenadas se le conoce como **coordenadas**.

Para ubicar los puntos se toma una escala conveniente de acuerdo con los datos que se van a representar en la gráfica, por ejemplo, 1 cm equivalente a 3 s en el eje horizontal. En el eje vertical se toma 1 cm como 5 m. Estas escalas pueden ser modificadas según el tamaño del gráfico a realizar.

Generalmente, sobre el eje horizontal se ubican los tiempos, en este caso en segundos, y sobre el eje vertical las distancias, en este caso en metros. El punto (0,0) origen del sistema de coordenadas, es el punto donde se inician los tiempos y las distancias.



**Figura 22.** Gráfica que representa un movimiento rectilíneo uniforme.

Para el punto A, se marca sobre el eje horizontal, el punto correspondiente a 3 s y se traza una recta paralela al eje vertical, y sobre el eje vertical se marca la distancia recorrida (5 m) y por este punto se traza una paralela al eje horizontal; el punto donde se cortan las dos rectas trazadas, es el punto A. Para hallar el punto B se procede de la misma manera: se toma sobre el eje horizontal el tiempo (6 s) y se traza la paralela sobre el eje vertical; sobre el eje vertical se marca la distancia 10 m y se traza la paralela sobre el eje horizontal, en el punto donde se crucen las paralelas queda el punto B. En forma semejante se procede a para ubicar los puntos C, D, E y F tomando los valores de la tabla de datos.

¿Qué información obtenemos de esta gráfica?

- Lo primero que se observa es que si se unen todos los puntos se obtiene una línea recta.
- Se observa también que conociendo el tiempo es posible hallar la distancia y viceversa.

Si para el tramo 0A se toma la relación que existe entre su ordenada y su abscisa se tiene que es  $5 \text{ m}/3 \text{ s} = (5/3) \text{ m/s}$  y para el tramo AB también  $(5/3) \text{ m/s}$ , igualmente para los demás tramos. Esta relación corresponde a la **rapidez** del hombre, puesto que el m/s es una unidad de rapidez; además esta rapidez es constante para todos y cada uno de los tramos.

A la relación entre la ordenada y la abscisa (ordenada/abscisa) entre dos puntos de una recta se le llama **pendiente de la recta**. Entonces, la pendiente de una recta en una gráfica de distancia contra tiempo representa la rapidez del cuerpo, que en este caso es de:

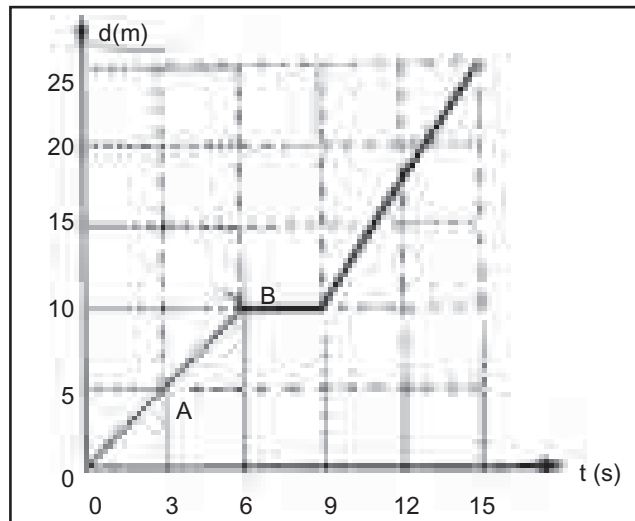
$$\text{Pendiente} = \text{rapidez}$$

$$v = 5 \text{ m}/3 \text{ s} = 1.67 \text{ m/s}$$

Como el movimiento se realizó en una sola dirección, la rapidez coincide con el valor de la velocidad  $v$ . Es decir que el valor de la velocidad es de 1.67 m/s; para que la velocidad quede totalmente determinada, habría que determinar la dirección del movimiento.

En la figura 23 se observa que en el instante cero segundos, el objeto se encontraba en la posición cero metros y a partir de estas condiciones se inicia su movimiento.

Se observa que la pendiente para el intervalo de tiempo comprendido entre 0 s y 6 s es menor que entre 9 s y 15 s, esto quiere decir que para este primer intervalo de tiempo la rapidez fue menor que en el último. En el intervalo de tiempo entre 6 s y 9 s, la pendiente



**Figura 23.** Gráfica de un movimiento rectilíneo.

es cero, entonces la rapidez del cuerpo fue cero; transcurrió un tiempo (3 s), pero no hubo variación de distancia.

En resumen podemos decir que esta gráfica de distancia contra tiempo nos muestra las distancias recorridas en determinado tiempo, o el tiempo transcurrido para recorrer determinada distancia, y la rapidez promedio en cualquier intervalo de tiempo, representado por la pendiente.

De esta forma se muestra la gran utilidad que ofrecen las gráficas para proporcionar información y realizar análisis de las variables graficadas.

## 6.5 INTERPOLACIÓN Y EXTRAPOLACIÓN EN GRÁFICAS

### Corresponde a la sesión de GA 6.53 (42. 2-F) MEDIAR Y PREVER

En el siglo XVII, Galileo Galilei, considerado el primer científico moderno, se enteró de que un fabricante de lentes llamado Hans Lippershey había construido un aparato capaz de acercar las imágenes de los objetos lejanos. Sin pensarlo demasiado, Galileo se propuso construir uno propio.

El telescopio que el joven de Pisa fabricó no era mejor que la mira que emplean algunos rifles de municiones, ni los binoculares actuales; de hecho, aunque Galileo era un buen constructor, en su época existían muy buenos telescopios, mejores que el suyo.

La diferencia es que Galileo no se dedicó a observar cómo llegaban los barcos a los puertos de Italia; él, en uno de los momentos más importantes de la historia de la humanidad,

apuntó con su telescopio hacia las estrellas. Lamentablemente, Galileo desconocía que era muy peligroso apuntar su telescopio directamente al Sol y, aunque pudo observar que el Sol tenía manchas, murió prácticamente ciego.

Cuenta la historia que el entusiasta Galileo era amigo del cardenal de Venecia y que alguna vez lo invitó a ver a través del telescopio, con el fin de que el religioso comprobase “con sus propios ojos” sus teorías. El sacerdote nunca aceptó la invitación, pues decía: “Ya estoy muy viejo para cambiar de ideas... quiero morir tranquilo: aunque tengas razón yo no quiero comprobar tus teorías, y no quiero ir a la tumba sabiendo que todo lo que me enseñaron está equivocado”.

Galileo Galilei, como muchos otros científicos que le precedieron, se dedicó a contestar tres preguntas:

1. ¿Qué está sucediendo?
2. ¿Por qué sucede lo que sucede?
3. ¿Qué sucederá en el futuro?

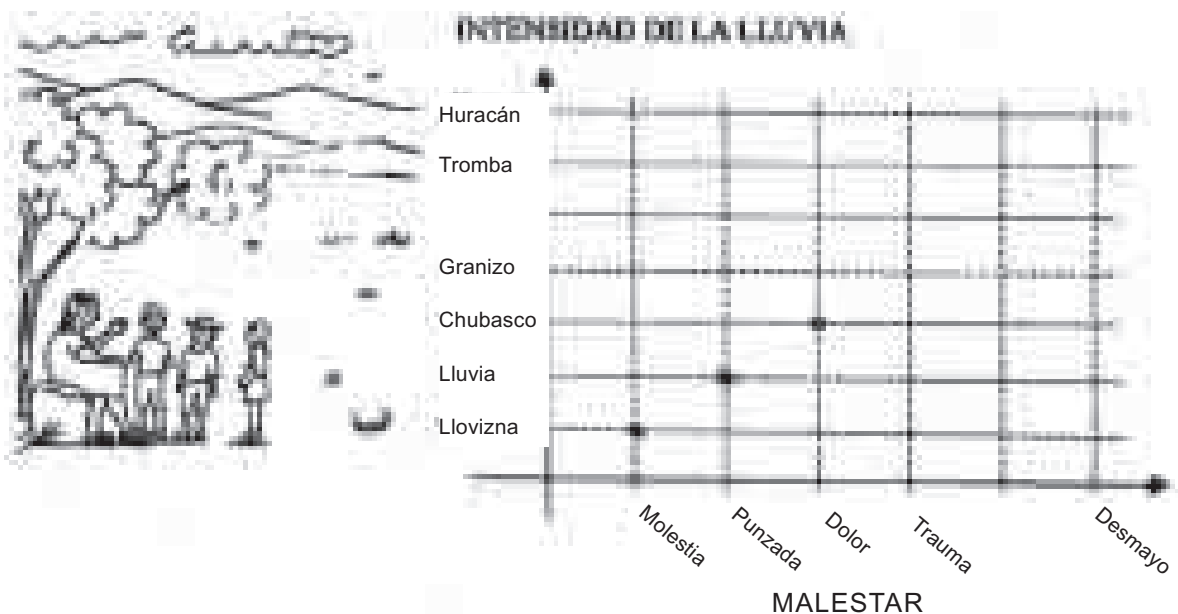
El sacerdote de esta historia se negó a poner a prueba sus conocimientos, que era el aceptado por la Iglesia, y de esta forma se negó a contestar la última de las preguntas que aparecen arriba; nunca puso a prueba su conocimiento.

Todo lo que se afirma en ciencia tiene de alguna manera la posibilidad de probar su fiabilidad. Por ejemplo, en un pueblo de la Sierra de Oaxaca había una anciana que afirmaba que siempre que le dolía el dedo gordo del pie, llovía; y agregaba: “Lo que sucede es que cuando va a llover, la humedad me cala hasta los huesos y como tengo gota, el dedo me duele”.

Aunque no lo parezca, la anciana de Oaxaca construía ciencia. En su manera de obtener conocimiento (lloverá o no lloverá) existe incluso una explicación del porqué suceden las cosas. A esta descripción de la naturaleza se le llama modelo teórico, y siempre es necesario saber qué tan fiable es el modelo.

Una manera de poner el modelo a prueba y utilizarlo en el futuro es extrapolando e interpolando. En un modelo hay relación entre variables, en este caso, el dolor del dedo y la lluvia y, por lo regular, todo modelo tiene una representación gráfica y/o matemática.

Se sabe, al observar la gráfica, que cada vez que la anciana tiene un dolor regular en el dedo hay un chubasco. Pero, ¿qué sucederá si la anciana se desmaya del dolor?, ¿qué pasará, por ejemplo, si la anciana sufre un dolor intermedio entre la molestia y la punzada?



**Figura 24.** Anciana explicando su modelo de las lluvias y gráfica de la relación entre dolor y lluvias.

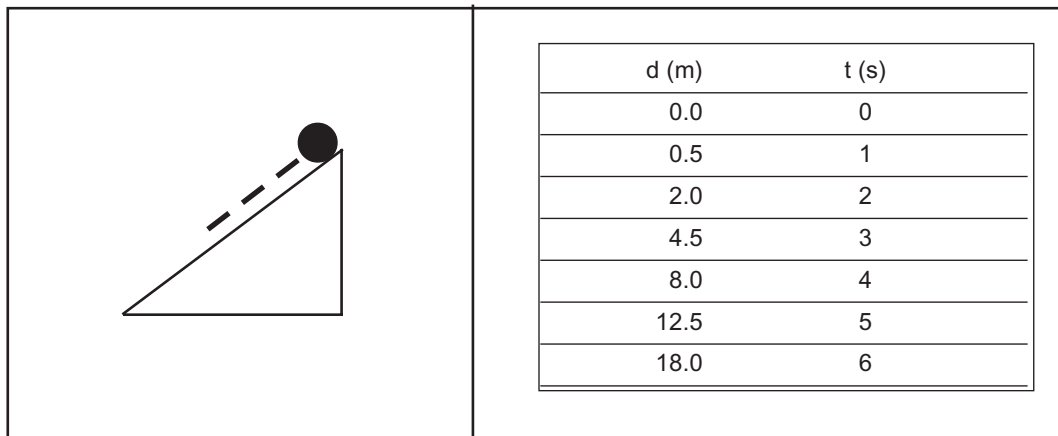
La primera pregunta se refiere a la **extrapolación**, la segunda a la **interpolación**.

**Extrapolar** es ir más allá de los datos obtenidos experimentalmente para predecir, y constatar lo que sucedería con la relación entre las variables relacionadas en la gráfica. En este caso, ¿qué pasaría si la persona se desmaya? Lo más seguro es que haya un huracán.

**Interpolar** es suponer lo que sucedería con la relación entre las variables representadas en la gráfica entre dos datos obtenidos. En nuestro caso, ¿qué pasaría con el malestar de la anciana si la intensidad de lluvia está entre la llovizna y lluvia, donde no se tienen datos experimentales?

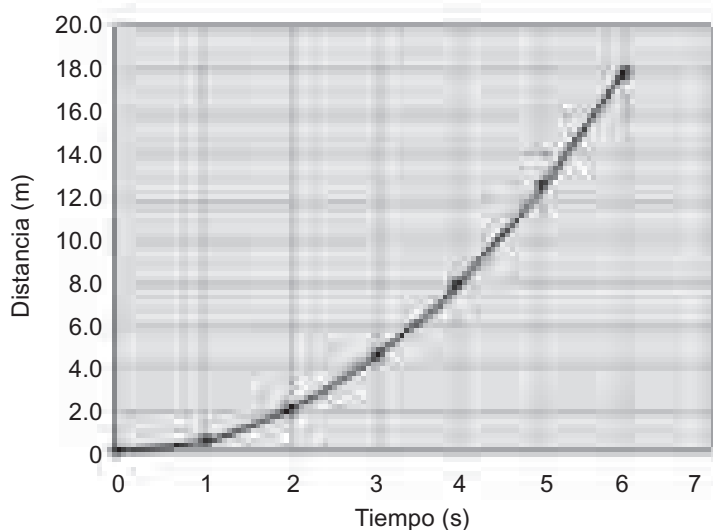
En física en particular, y en la ciencia en general, los procesos de extrapolación e interpolación son fundamentales.

Antes de continuar será necesario desarrollar otro ejemplo. Si se deja caer una pelota de pelusa sobre un plano inclinado, cuya superficie es rugosa (tal como se muestra en la figura 25) y se mide la distancia que se recorre cada segundo, los datos aparecen a continuación:



**Figura 25.** Pelota rodando sobre un plano inclinado y tabla de datos distancia-tiempo .

Al elaborar la gráfica se obtiene:



**Figura 26.** Gráfica de distancia-tiempo del movimiento de una pelota que rueda sobre un plano inclinado.

Cuando se pregunta por la posición de la pelota a los 2.5 s, se está interpolando. La distancia obtenida de la gráfica es de 3.1 m. Nótese que nunca se efectuaron las medidas de 2.5 s ni 3.1 m. Estos datos se obtuvieron a partir de la tendencia de la gráfica en el intervalo de 2 a 3 s, es decir, ubicando el 2.5 y trazando las paralelas a los ejes hasta cortar la curva.

También es posible preguntar: ¿qué tiempo empleó la pelota para recorrer 2.5 m? Cuya respuesta es 2.2 s.

En el ejemplo que se ha desarrollado, podría suceder que existiera el interés por saber la posición de la pelota a los 7 s, y que no es posible obtener un plano más largo que el empleado. Se tiene un impedimento experimental y, sin embargo, “extendiendo las observaciones”, se puede conocer, en este caso concreto, la posición de la pelota a los 7 segundos, extrapolando en la gráfica la respuesta es:  $d = 24.5$  metros (ver figura 26), para lo cual se proyecta la gráfica conservando su tendencia.

El éxito del modelo, y por lo tanto la posibilidad de hacer **predicciones**, se debe, fundamentalmente, a que todos los datos de la gráfica están sobre una recta o cualquier otra línea con tendencia. De no ser así, sería necesario un modelo más complicado.

En resumen, para hacer extrapolaciones se debe extender la línea que contiene los puntos de las observaciones, según su tendencia y encontrar los pronósticos en la gráfica, más allá de los datos experimentales.

Para hacer interpolación se deben unir dos puntos de observaciones realizadas por una línea, según su tendencia, y encontrar los pronósticos entre esos dos puntos de la gráfica.

Lamentablemente, no siempre es posible hacer extrapolaciones; a decir verdad son relativamente pocos los casos en los que con modelos sencillos se pueden hacer pronósticos, especialmente cuando no existe tendencia en la línea.

## 6.6 EL MOVIMIENTO RECTILÍNEO

### Corresponde a la sesión de GA 6.54 (49. 2-F) CAMBIO DE LUGAR

En la naturaleza todo cambia, se mueve, se transforma. El Sol aparece y desaparece ante nuestra vista en el horizonte; la Luna la vemos en cada período de rotación alrededor de la Tierra con un área de iluminación diferente; los ríos avanzan hacia el mar día tras día. La vida misma presenta cambios: nacer, crecer..., morir.

Un cuerpo está en **movimiento** cuando cambia de posición (o lugar) con respecto a un punto de referencia; este punto generalmente se sitúa en el origen de un **sistema de referencia**. No podríamos saber si un cuerpo se mueve o no se mueve, si no contamos inicialmente con el punto de referencia.

Generalmente, el punto de referencia se considera quieto, aun cuando no lo esté con respecto a otro punto de referencia. Por ejemplo, si en una carrera de autos colocamos el punto de referencia en uno de los árboles fijo en la Tierra, el auto tiene un determinado movimiento, pero ya sabemos que ese árbol está en la Tierra y ésta se mueve con respecto a un punto situado en el Sol, además el Sol se mueve respecto a un punto situado en el centro de nuestra galaxia y esta galaxia... Nunca encontraremos un punto fijo en el Universo

con respecto al cual pudiéramos referir los demás movimientos; esto quiere decir que el **movimiento es relativo**, no existe el **movimiento absoluto**. El movimiento absoluto podría darse si algún punto en el Universo estuviera quieto en él.

El punto de referencia que más utilizamos es el que situamos en algún punto de la Tierra y consideramos que ésta está quieta. Usamos con frecuencia el sistema de referencia que tiene que ver con los puntos cardinales o el que cuenta con la latitud y la altitud.

Al cuerpo que se mueve se le llama **móvil**, y el camino que describe se conoce con el nombre de **trayectoria**.

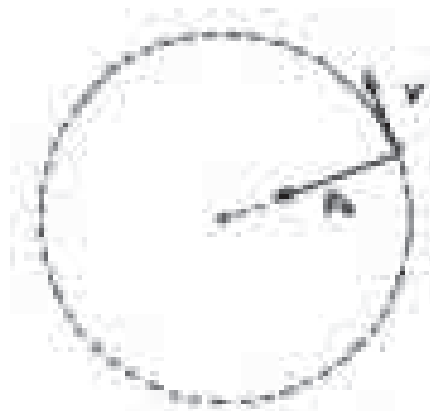


*Figura 27. Si el punto de referencia se toma en uno de los árboles, el ciclista de la derecha se mueve a 30 km/h. Si el punto de referencia lo tomamos en el ciclista de la izquierda, el de la derecha se aleja de este ciclista a 10 km/h. El movimiento de un cuerpo depende del punto de referencia que se escoja.*

Se debe reconocer que el movimiento de los cuerpos no es igual en todos los casos, es decir, existen diferentes tipos. Los movimientos se pueden clasificar por su trayectoria en: rectilíneos y curvilíneos, dentro de estos últimos están: parabólicos, circulares, aleatorios, etcétera; y por su velocidad en uniformes y no uniformes (acelerados).

El movimiento más complejo es el aleatorio, que se realiza con velocidades variables tanto en valor como en dirección; tal es el caso de una mosca al volar. El movimiento parabólico se puede observar al lanzar una piedra hacia adelante, en este caso la trayectoria tiene forma de una curva llamada parábola; el movimiento parabólico resulta de la fuerza de atracción de la Tierra sobre el cuerpo, que se movería con velocidad rectilínea en ausencia de fuerzas. El movimiento es circular cuando la fuerza que soporta el cuerpo, en cualquier parte de la trayectoria, siempre está dirigida en forma perpendicular a la dirección de la velocidad del cuerpo.

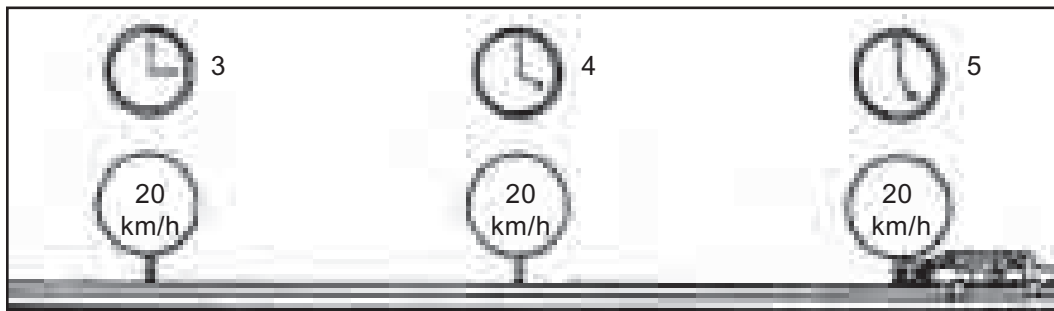




**Figura 28.**

Cuando un cuerpo se desplaza en una sola dirección, sin cambiar su valor, está efectuando un **movimiento rectilíneo uniforme**.

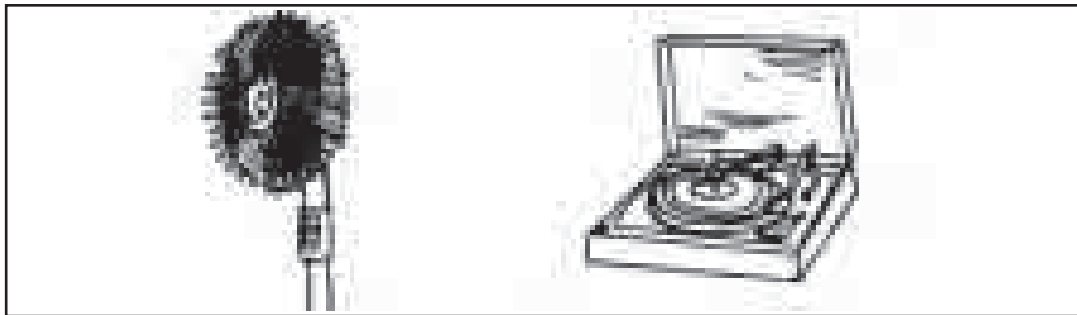
Por ejemplo, si consideramos un automóvil que se mueve en una sola dirección y siempre a 20 km/h (20 kilómetros por hora), dicho móvil recorrerá 20 km en una hora, ó 10 km en media hora, ó 40 km en dos horas, etcétera.



**Figura 29.** El recorrido de este automóvil es con movimiento rectilíneo uniforme.

Un auto está acelerado cuando cambia de velocidad, ya sea en su valor, en su dirección o ambas. Si el auto permanece con la velocidad constante (o permanece con velocidad cero), la aceleración es cero.

Un punto en el aspa de un ventilador presenta el llamado **movimiento circular uniforme**, porque recorre a lo largo de la trayectoria alrededor del círculo, arcos (segmentos de circunferencia) iguales en tiempos iguales.



*Figura 30. Ejemplo de objetos que presentan movimiento circular uniforme.*

## 6.7 LA VELOCIDAD Y SUS VARIABLES

**Corresponde a la sesión de GA 6.55 (50. 2-F) ¡PURA VELOCIDAD!**

Hace muchos años, los científicos fueron amenazados por decir que la Tierra giraba con gran rapidez alrededor del Sol. Galileo Galilei, fue llevado a juicio público y se le preguntó por qué, si la Tierra giraba, no nos caíamos todos. Galileo respondió que el comportamiento natural de los objetos que están en movimiento es seguir en él, que giramos con la Tierra porque ella nos atrae hacia su centro; en ausencia de fuerzas nuestro movimiento sería constante y en línea recta; para evitar que lo mandaran a la hoguera, aceptó negar públicamente sus ideas, pero al salir, murmuró entre dientes “¡sin embargo, se mueve!”.

Hoy día es común hablar del movimiento y la velocidad con que la Tierra gira; quizá lo más interesante sea entender cómo es que los cuerpos se mueven y cuál es la velocidad con que lo hacen.

Un corredor canadiense, llamado Ben Johnson, impresionó al mundo al correr 100 metros en menos de 10 segundos; este movimiento es muy rápido para un ser humano.



*Figura 31. Patinador en competencia.*

Ben Johnson se desplazó en esta carrera, al igual que los demás competidores, desde la salida hasta la meta. Él fue quien empleó menos tiempo en recorrer la distancia de los 100 m, es decir, fue el más rápido.

Cuando se habla de la distancia que se recorre en un tiempo determinado se está hablando de **rapidez**. Si se recorre una distancia de 10 metros en 2 segundos, la rapidez es de 5 m/s. Si en ese mismo tiempo se recorre una distancia de 20 metros, el doble de la anterior, la rapidez aumenta también al doble; si en ese mismo tiempo se recorre una distancia de 30 metros, el triple de la primera, la rapidez aumenta también al triple de la primera, y así sucesivamente, por lo que *la rapidez es directamente proporcional a la distancia recorrida, cuando el tiempo permanece constante*. Si varios cuerpos recorren distancias iguales, como el caso de la carrera atlética de Ben Johnson, observamos que cuanto mayor es el tiempo empleado, menor es la rapidez, es decir, si el tiempo aumenta en cierta proporción, la rapidez disminuye en esa misma proporción. Así, *la rapidez es inversamente proporcional al tiempo, cuando la distancia es constante*.

La rapidez depende de la distancia y del tiempo. Se puede establecer que un móvil A tiene mayor rapidez que otro B, si:

- a) El cuerpo A emplea menos tiempo que el B en recorrer la misma distancia.
- b) El cuerpo A recorre más distancia que el B en tiempos iguales.

En el Sistema Internacional de Unidades, SI, la unidad de distancia es el metro y de tiempo el segundo, así pues, la rapidez se expresa en metros por segundo, m/s; sin embargo, en la práctica es común que se exprese en kilómetros por hora, km/h, sobre todo en el velocímetro de los carros.

La rapidez puede ser de dos tipos:

**Rapidez media:** cuando un móvil recorre 100 km en 2 horas, su rapidez media es la distancia total recorrida entre el tiempo total empleado en recorrerla, en este caso: (100 km) / 2 h = 50 km/h.

$$\text{Rapidez media} = \frac{\text{distancia total recorrida}}{\text{tiempo empleado en recorrerla}}$$

Lo anterior se expresa matemáticamente de la siguiente manera:

$$V = d / t$$

En donde:  $V$  es la rapidez,  $d$  es la distancia,  $t$  el tiempo empleado en recorrer dicha distancia.



**Figura 32.** El velocímetro registra el valor de la velocidad instantánea, o el de la rapidez instantánea.

**Rapidez instantánea:** es la rapidez que tiene un móvil en un instante determinado. Cuando miramos el velocímetro de un automóvil, en ese instante, tenemos la rapidez instantánea, o también, en este caso particular, el valor de la velocidad instantánea.

Hay que saber distinguir la **rapidez** de la **velocidad**. El valor de la velocidad y la rapidez son equivalentes cuando el cuerpo se mueve en una sola dirección o cuando se habla de rapidez o velocidad instantáneas. La velocidad es una magnitud vectorial, por consiguiente tiene valor y dirección; la rapidez es una magnitud escalar, por consiguiente no tiene dirección.

La velocidad se define como el desplazamiento (cambio de posición) que experimenta un cuerpo en determinada unidad de tiempo:

$$V = X / t$$

En donde:  $V$  es la velocidad del cuerpo,  $X$  el desplazamiento,  $t$  el tiempo en recorrer dicho desplazamiento.

El desplazamiento es una magnitud vectorial, que se representa por el vector que va del punto de partida al de llegada, se toma en línea recta, así la trayectoria del movimiento no lo sea.

Ejemplo: un móvil recorre 40 m al norte en 10 min y luego 40 m al oriente en 5 min. En la primera parte del recorrido:

La rapidez media es:

$$V = d / t = (40 \text{ m}) / 10 \text{ min} = 4 \text{ m/min.}$$

La velocidad media es:

$$\mathbf{V} = \mathbf{X} / t = (40 \text{ m, en dirección norte})/10 \text{ min} = 4 \text{ m/min, en dirección norte.}$$

Observemos que la rapidez y el valor de la velocidad coinciden, porque el movimiento se hizo en una sola dirección, pero la velocidad está acompañada de la dirección del movimiento y la rapidez no.

Para el recorrido total:

La rapidez media es:

$$\mathbf{V} = d/t = (80 \text{ m})/15 \text{ min} = 4.33 \text{ m/min}$$

La velocidad media es:

$$\mathbf{V} = \mathbf{X} / t = (57 \text{ m, en dirección nororiente}) / 15 \text{ min} = 3.77 \text{ m/min, en dirección nororiente.}$$

Se observe aquí que la rapidez y la velocidad son diferentes, tanto en el valor como en la condición de la dirección. Para determinar estos 57 m, se elabora un dibujo del recorrido a escala y se determina la suma de los dos desplazamientos en forma vectorial.

## 6.8 GRÁFICAS PARA RESOLVER PROBLEMAS

### Corresponde a la sesión de GA 6.56 (52. 2-F) A VER CUÁNDO ME ALCANZAS

Para resolver problemas en física y química, en un alto porcentaje de las veces se realiza por medio de ecuaciones, en las que se sustituyen los valores conocidos. Sin embargo, algunos de estos problemas se pueden resolver mediante el uso de métodos gráficos o combinando los gráficos con ecuaciones.

Un ejemplo del uso de las gráficas para resolver un problema puede ayudar a comprender mejor esto:

Un avión 1 parte de un aeropuerto con una velocidad cuyo valor es de 400 km/h y dos horas después parte otro avión 2 del mismo aeropuerto con una velocidad cuyo valor es de 600 km/h, ambos parten en la misma dirección. ¿En qué tiempo y a qué distancia se encontraron?

Para resolver este problema por métodos gráficos se procede de la siguiente forma:

Como la velocidad del avión 1 es de 400 km/h, digamos al norte, en una hora recorrerá 400 km, en dos horas 800 km, y así sucesivamente.

Se anotan estos valores en una tabla de datos.

Tiempo (horas)	Avión 1		Avión 2	
	Distancia (kilómetros)	Velocidad (km/h)	Distancia (kilómetros)	Velocidad (km/h)
0	0		0	
1	400	400	0	
2	800	400	0	
3	1 200	400	600	600
4	1 600	400	1 200	600
5	2 000	400	1 800	600
6	2 400	400	2 400	600
6	2 400	400	3 000	600
6	2 400	400	3 600	600

**Tabla 2.**

Para el avión 2 se procede en forma similar, se tabulan también los datos, pero teniendo en cuenta que sale 2 horas después.

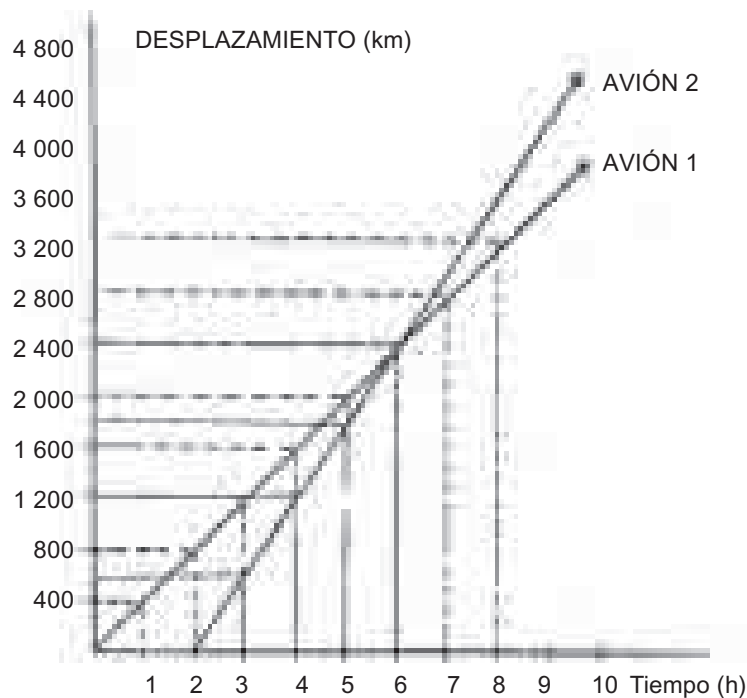
Con la tabla de datos se elaboran las gráficas correspondientes.

Se debe escoger una escala para los tiempos y distancias, de manera que la gráfica quede dentro de los límites de la hoja de papel que se usa.

La distancia más grande es de 4 800 km. Si se considera una hoja de papel de 20 cm de largo, conviene tomar la escala como: 1 cm en la hoja equivalente a 400 km en la realidad; esto nos da para 4 800 km, una longitud de 12 cm. Para el eje del tiempo definimos 1 cm en la hoja representando una hora.

Se escoge un sistema de ejes cartesianos. En el eje vertical se indican los desplazamientos y en el eje horizontal los tiempos.

En la gráfica se ubican los valores correspondientes al avión 1. Por el punto que representa la hora 1, trazamos una paralela al eje vertical y por el punto correspondiente a 400 km, una paralela al eje horizontal. El punto donde se cruzan es el punto A. Hacemos lo mismo en el punto correspondiente a la hora dos, y así sucesivamente representaremos todos los puntos. Lo mismo hacemos con los datos del avión 2.



**Figura 33.** El punto donde se cruzan las dos líneas representa el momento de su encuentro.

Las rectas correspondientes a los aviones 1 y 2 se cortan en un punto. Este punto, con respecto a los ejes, muestra que la distancia del avión 1 y el 2 es de 2 400 km y un tiempo de 6 horas desde la partida del avión 1; entonces el tiempo de vuelo para el avión 2 es de 4 horas, puesto que él salió dos horas después.

Con el objeto de aclarar más este concepto se da otro ejemplo.

La distancia entre las casas de Carmen y Sergio es de 4 km. Si ellos salen simultáneamente por el mismo camino y en la misma dirección, Carmen con una rapidez de 6 km/h y Sergio con una de 4 km/h, ¿en cuánto tiempo alcanzará Carmen a Sergio?

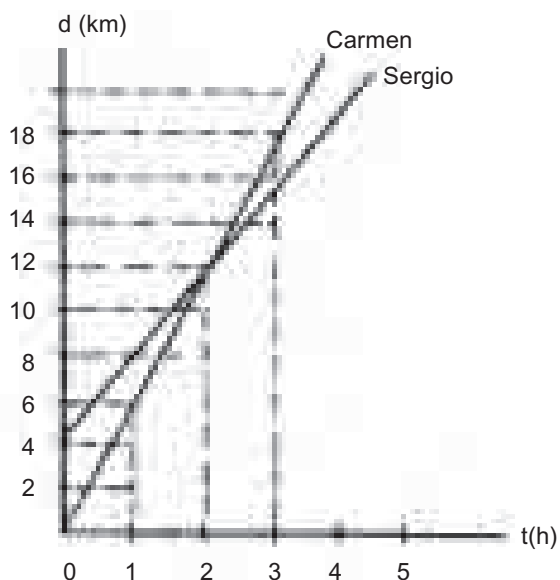
En el caso anterior, se hace la tabla de las distancias recorridas según la rapidez de las personas.

En un principio, definimos el eje horizontal para representar el tiempo con la escala de 1 cm para una hora. Para el eje vertical definimos 1/2 cm en el papel para representar una distancia de 2 km.

Carmen			Sergio		
Tiempo (horas)	Distancia (kilómetros)	Velocidad (km/h)	Tiempo (horas)	Distancia (kilómetros)	Velocidad (km/h)
0	0	6	0	0	4
1	6	6	1	4	4
2	12	6	2	8	4
3	18	6	3	12	4
4	24	6	4	16	4
5	30	6	5	20	4

**Tabla 3.** Distancias recorridas.

Observando la gráfica se concluye que Carmen alcanza a Sergio a las 2 horas de camino, es decir, a 12 km de la casa de Carmen y a 8 km de la de Sergio.



**Figura 34.** Momento en que se encuentran Carmen y Sergio.

## 6.9 FUERZA CENTRÍPETA

Corresponde a la sesión de GA 6.57 (53. 2-F) PARECE QUE TE CREO

Diariamente, al levantarte, caminar, correr, saltar, trabajar o efectuar cualquier actividad se hace algo que tiene que ver con la física y la química. Casi todo, desde lo más simple hasta lo más complejo, tiene que ver con sus leyes. Por ejemplo, dentro del conjunto del



movimiento de los cuerpos, “la honda” se considera uno de los juegos más comunes entre los niños; éste consiste en atar una piedra a una cuerda y hacerla girar por encima de la cabeza; la piedra describe entonces una circunferencia: más aún, si se dan los giros con suficiente cuidado, se puede lograr que la piedra siempre emplee el mismo tiempo en dar una vuelta. La fuerza centrípeta es la causante que las partículas sólidas se precipiten en un líquido, cuando se usa una centrifugadora, hecho que se da con frecuencia en la química; también se utiliza este dispositivo tecnológico cuando la lavadora eléctrica exprime la ropa.



**Figura 35.**

En la centrifugadora, al girar el líquido que contiene partículas que queremos precipitar al fondo del recipiente, la fuerza centrípeta mantiene al líquido en movimiento circular, en tanto que las partículas en el líquido tratan de mantener un movimiento lineal; esto hace que ellas se vayan situando en el fondo del recipiente. En realidad no es fuerza centrífuga quien manda las partículas hacia fuera, es la propiedad inercial de las partículas.



**Figura 36.** Representación de la fuerza centrípeta.

Para simplificar el análisis de este movimiento circular (alrededor del círculo) se efectuará un experimento mental, pero ¿qué es un experimento mental? Es una aproximación

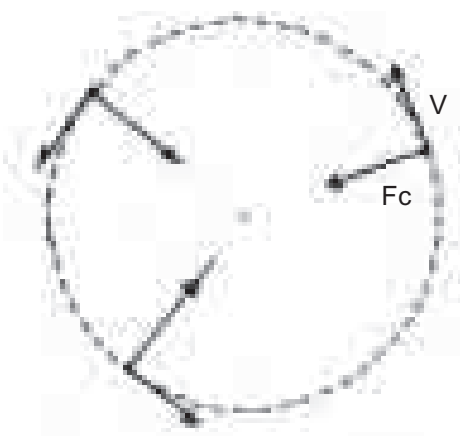
imaginaria o mental, pero razonada, de la realidad, que facilita el estudio de fenómenos bastante complejos que, por lo regular, son muy difíciles de efectuar en un laboratorio.

En este caso concreto, el experimento mental es una práctica que se ha llevado a cabo en uno de los viajes espaciales. Imagínate la piedra, la cuerda y un eje con un dispositivo rotatorio en el que se amarra la cuerda; en el otro extremo de ésta se ata la piedra; como en la figura 36.

Ahora se le da un empujón a la piedra de derecha a izquierda, para ponerla en movimiento lineal, supongamos que no haya fricción entre la cuerda y el eje de rotación (que por cierto está fijo), la fuerza que le hace la cuerda a la piedra tiene una dirección perpendicular al de su velocidad y, si además la piedra no interactúa con alguien más, en la piedra se crea un movimiento circular que permanecerá indefinidamente.

En realidad no se puede quitar el estorbo que constituye la fuerza de fricción (ni siquiera en el espacio vacío); sin embargo, si la piedra gira durante muchos años, se puede considerar para fines prácticos, que la fricción que se produce es despreciable.

Siguiendo con el experimento, debe suponerse que se posee una cámara fotográfica y que se toman tres fotografías en posiciones diferentes. El siguiente diagrama muestra la piedra en tres posiciones, su velocidad y la fuerza centrípeta correspondientes:



**Figura 37.** Representación gráfica de la fuerza centrípeta.

Nótese que el vector velocidad no cambia su magnitud (representada por la longitud de la flecha), pero su dirección sí varía en cada punto y siempre es perpendicular a la cuerda (radio de la circunferencia que describe). Es decir, **la velocidad, que es una magnitud vectorial, no es constante, porque su dirección cambia**. Nótese también que la dirección de la velocidad y el de la fuerza centrípeta son perpendiculares.

Si la velocidad cambia, aunque el cambio sea exclusivamente en la dirección, se trata entonces de un movimiento acelerado. Así pues, todos los objetos cuya trayectoria es una circunferencia están modificando su estado de movimiento debido a la acción de una fuerza. Siempre se debe tener presente que la fuerza produce un cambio en la velocidad.

**La fuerza que cambia la dirección de la velocidad, sin cambiar el valor de ella, en el movimiento circular, se le denomina fuerza centrípeta** (centrípeta quiere decir dirigida hacia el centro).

La conclusión más importante es que: **en ausencia de fricción y de gravedad, si se desea que un objeto permanezca moviéndose en una trayectoria circular, sólo es necesario un impulso inicial y una fuerza que lo amarre al centro de giro y que esta fuerza sea perpendicular a la dirección de la velocidad.**

Un ejemplo real de esto es el sistema Tierra - Luna, donde podemos considerar que la Tierra es el eje, la Luna es la piedra y la fuerza de gravedad de la Tierra sobre la Luna sustituye la ejercida por la cuerda. De hecho, la fuerza de gravedad es como una cuerda invisible.

Otro ejemplo más complicado de un movimiento donde actúa la fuerza centrípeta es aquel en el cual un individuo hace girar verticalmente un balde que contiene agua (ver figura 38). Es notable observar que el agua no se derrama aun cuando el balde se encuentre “boca abajo”.

Al estar el balde con suficiente giro el agua no se derrama, ya que si no hay giro y se voltea el balde, el agua caería empapando al experimentador. ¿A qué se debe esto?



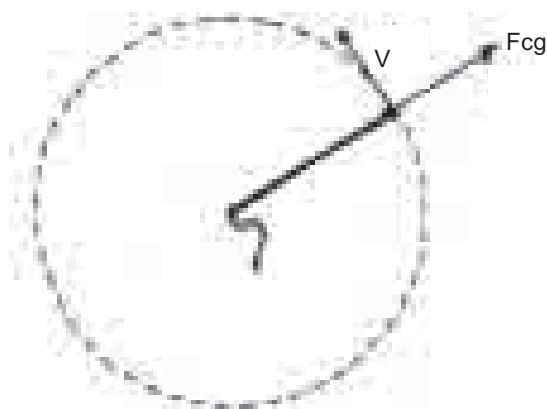
*Figura 38. Ejemplo de fuerza centrípeta.*

Cuando el balde gira, el fondo de éste ejerce una fuerza centrípeta sobre el agua, haciendo que su movimiento no sea en línea recta, sino circular. El movimiento natural de un cuerpo

es con rapidez constante y en una sola dirección; cuando el agua en el balde pasa con cierta velocidad horizontal por la parte superior de la cabeza del experimentador, su estado natural es el de continuar con ese movimiento y en esa dirección, por este hecho no caería sobre el observador. Pero si en el momento de estar sobre la cabeza del experimentador el agua no está en movimiento, el agua caerá sobre él. De esta manera no es el balde quien impide que el agua caiga sobre el experimentador, sino la velocidad que el agua tiene. El fondo del balde lo que hace es cambiar la dirección del movimiento del agua, mas no es el causante de impedir que el agua caiga.

Es más, cuando se viaja en un vehículo y éste gira a la izquierda, parece como si nos fuéramos hacia la parte derecha del vehículo, pero no, el movimiento natural de los pasajeros es el de continuar con la misma velocidad, tanto en valor como en dirección, en este caso, es la parte lateral del vehículo el que se viene hacia nosotros, pero no nosotros hacia ella.

Todo parece indicar que existe una **fuerza centrífuga**, esto es, que todos los puntos de la trayectoria circunferencial apuntan en sentido contrario a la fuerza centrípeta; sin embargo, **la fuerza centrífuga no existe sobre el agua y mucho menos es la causante de que el agua no se derrame.**



**Figura 39.** Representación gráfica de la fuerza centrífuga.

En muchas ocasiones se toma la fuerza centrífuga como la reacción a la fuerza centrípeta; si la fuerza centrípeta la hace un cordel sobre la piedra, la fuerza centrífuga la hace la piedra sobre el cordel.

La **inercia** es el nombre con que Newton denominó su primera ley sobre el movimiento, que dice: Un cuerpo si está quieto permanece quieto, si se está moviendo, lo hace sin cambiar el valor de la velocidad ni su dirección; si no está en uno de estos dos estados, es porque está sometido a una fuerza resultante.

Cuando el cuerpo se somete a una fuerza resultante, inmediatamente cambia su velocidad, ya sea en el valor, en la dirección o ambas cosas. Cuanto mayor es la masa del cuerpo, mayor es la fuerza resultante que hay que aplicarle al cuerpo para producir cierto cambio en la velocidad.

Obsérvese que en un movimiento circular, como el de la piedra atada a la cuerda, la velocidad cambia su dirección a cada instante; sin embargo, si interrumpimos la fuerza centrípeta, el objeto seguiría en una trayectoria recta tangente al círculo; esto es, imagínese que la piedra se zafa del cordón: ésta se moverá por inercia en la dirección que tenía la velocidad en el momento justo en que se soltó y lo hará con velocidad constante en valor y dirección, si ninguna otra fuerza resultante actúa sobre él.

Puntualizando, decimos que el movimiento circular se mantiene, mientras exista una fuerza centrípeta que hale al cuerpo hacia el centro de la circunferencia que describe su trayectoria. Si el valor de esta fuerza es constante, el movimiento será circular uniforme.

## 6.10 MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME

**Corresponde a la sesión de GA 6.58 (54. 2-F) LA RUEDA DE LA FORTUNA**

Los conocimientos de los físicos teóricos actuales han demostrado que el Universo se está expandiendo, por lo tanto, todo en él está en movimiento; esto quiere decir que nada se mantiene inmóvil y que todos los cuerpos siguen alguna trayectoria aunque esto no se perciba fácilmente. Una trayectoria puede ser recta, circular o una mezcla de ambas, pero invariablemente el cuerpo recorre una distancia en un determinado tiempo.



*Figura 40. Un movimiento circular uniforme.*

Cuando este recorrido abarca distancias iguales en tiempos iguales, entonces se trata de un movimiento uniforme, y si además el móvil describe una circunferencia, se trata de un **movimiento circular uniforme**. Todo desplazamiento puede ser calculado conociendo la velocidad del móvil y el tiempo del movimiento; o toda distancia puede ser calculada al

conocer la rapidez del móvil y el tiempo del movimiento. Por ejemplo, tómesese la fábula de la competencia a campo traviesa entre un conejo y una tortuga, donde la ganadora fue la tortuga. Si se relaciona esta fábula con lo anterior y se contesta la pregunta ¿cómo pudo ganar la tortuga, que es más lenta, al conejo que es un animal muy rápido?, la respuesta sería que como la tortuga tuvo una rapidez constante y el conejo se detuvo en ocasiones, al final el promedio de rapidez del conejo fue menor que el de la tortuga.

Si la carrera hubiera sido en una ruta de forma circular, las velocidades del conejo y la tortuga podrían calcularse de dos maneras: como velocidad lineal o como velocidad angular.

El tiempo transcurrido en recorrer una vuelta recibe el nombre de **período** y se le representa con la letra T.

$$\text{Período} = (\text{tiempo para determinado número de vueltas}) / (\text{número de vueltas})$$

$$T = t / (\text{No. de vueltas})$$

El número de vueltas que se recorre en determinada unidad de tiempo se denomina **frecuencia**, f.

$$\text{Frecuencia} = (\text{No. de vueltas}) / \text{tiempo en dar ese número de vueltas}$$

$$f = (\text{No. de vueltas}) / t$$

El valor de la velocidad lineal está relacionada con el valor del desplazamiento y con el tiempo en recorrer ese desplazamiento:

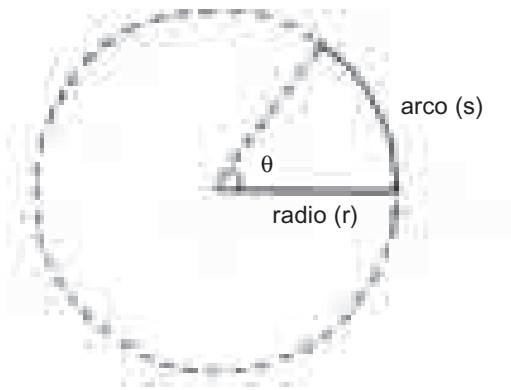
$$V_t = \text{valor del desplazamiento} / \text{tiempo}$$

$$V_t = X / t$$

Las unidades para la velocidad tangencial es cualquier unidad de longitud sobre cualquiera de tiempo; en el SI se utiliza el metro por segundo, m/s.

La distancia en una circunferencia se le denomina **arco**, que puede ser completo o un segmento de la circunferencia. El arco subtende un ángulo; el valor de este ángulo dividido entre el tiempo empleado en recorrerlo representa el valor de la **velocidad angular**, que se representa con la letra griega  $\omega$  (omega).

Para medir el ángulo se utiliza la unidad llamada **radián**. Un ángulo de un radián es aquel que se forma cuando el arco tiene igual longitud que la longitud del radio de la circunferencia donde se encuentra.



$$\text{ángulo (en radianes)} = \text{arco}/\text{radio}$$

$$\theta = s/r$$

$$\text{Si } r = s, \text{ entonces } \theta = 1 \text{ radián}$$

**Figura 41.** Un ángulo tiene el valor de un radián cuando el arco es de igual valor que el radio.

$$\text{Velocidad angular} = \text{ángulo} / \text{tiempo}$$

$$\omega = q / t$$

La dirección de la velocidad lineal en el movimiento circular está cambiando constantemente a medida que pasa por los diferentes puntos que constituyen la circunferencia; la dirección de la velocidad es tangente a la circunferencia; por lo tanto, perpendicular al radio en cualquiera de los puntos de la circunferencia. Para este nivel educativo, no tenemos en cuenta la dirección de la velocidad angular.

La unidad para medir la velocidad angular es el radián por segundo, rad/s.

En esta forma, cuanto mayor sea la velocidad angular, el cuerpo estará girando más rápidamente.

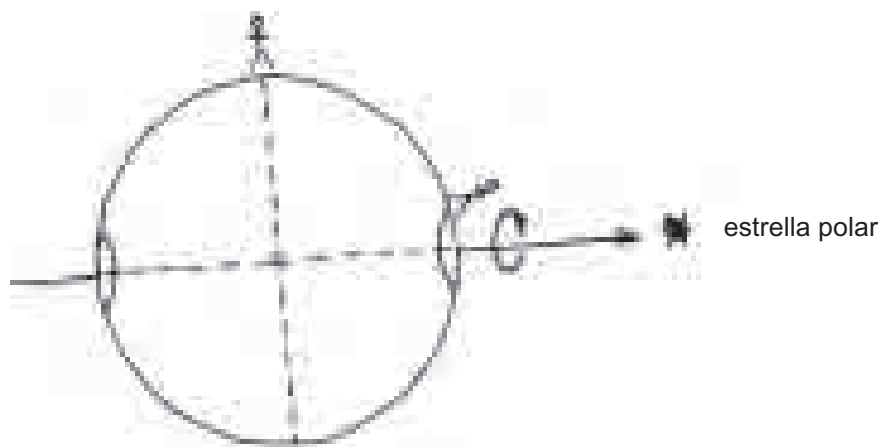
Fíjate en lo que sucede en el siguiente ejemplo:

Sabemos que un triciclo tiene la rueda delantera de mayor radio que las traseras. Mientras el triciclo recorre cualquier distancia, tanto la rueda delantera como una trasera, recorren igual desplazamiento en el mismo tiempo, entonces las velocidades tangenciales (o lineales) para ambas ruedas tienen igual valor. Sin embargo, al recorrer ese desplazamiento, la rueda delantera da menor número de vueltas que la trasera, en tiempos iguales, entonces, la rueda delantera tiene menor velocidad angular que la trasera.



**Figura 42.** Diferente velocidad angular e igual velocidad lineal en las ruedas delantera y trasera del triciclo.

Para una persona que se encuentre en algún punto de la línea ecuatorial y otro que se encuentre en un punto cualquiera del Círculo Polar, el que está en el ecuador tendrá mayor velocidad tangencial, porque recorre mayor distancia en un mismo tiempo que el que está en el polo. Sin embargo, las velocidades angulares son iguales, porque recorren un mismo número de vueltas (o barren el mismo de ángulos) en determinada unidad de tiempo.



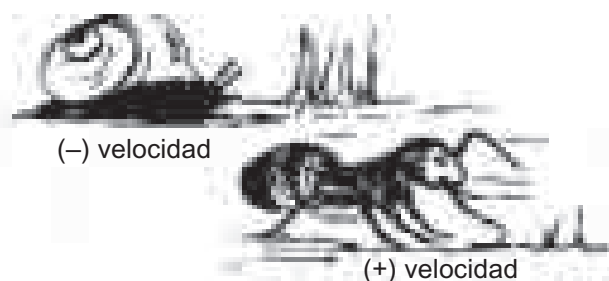
**Figura 43.** Personas en el ecuador y en el Círculo Polar.

Cuando se unen, a través de una cadena, el plato y el piñón de una bicicleta, se observa que el valor de la velocidad lineal del plato es igual al del piñón; en tanto que la velocidad angular del plato es menor que la velocidad angular del piñón.

## 6.11 EL MOVIMIENTO ACELERADO

**Corresponde a la sesión de GA 6.59 (55. 2-F) CORRO, VUELO Y ME ACELERO**

En las tormentas eléctricas, la luz del rayo siempre se percibe antes de escucharse el trueno; esto se debe a que ambas manifestaciones tienen velocidades distintas (la luz viaja mucho más rápido que el sonido). ¿Cómo se llama la magnitud que representa al cambio de velocidad por cada unidad de tiempo? Se llama **aceleración**.



**Figura 44.** La hormiga desarrolla una mayor velocidad a medida que transcurre el tiempo; por consiguiente su movimiento es acelerado.



Por ejemplo, si una persona midiera el tiempo que tarda en contar de uno a un millón, se sorprendería al darse cuenta que por lo menos son 15 días con sus noches, siempre y cuando fuera a una velocidad constante. Pero, si alguien emprendiera este ejercicio, seguramente la velocidad tendría variaciones.



**Figura 45.** Otra forma de observar la aceleración es midiendo la variación de la velocidad en el tiempo.

Por lo tanto, si la persona del ejemplo desarrolla un aumento en la velocidad, tendría una aceleración positiva, y si disminuyera su velocidad, trataría una aceleración negativa o desaceleración.

En el caso en que la velocidad varía, ¿cómo se calcula el valor de la aceleración? Únicamente se debe restar al valor de la velocidad final el de la velocidad inicial y la diferencia dividirla entre el tiempo en que sucede el cambio, tal y como lo muestra la siguiente fórmula:

$$\text{Aceleración} = \frac{\text{velocidad final} - \text{velocidad inicial}}{\text{tiempo de duración del cambio}}$$

$$a = \frac{V_f - V_i}{t}$$

Para aplicar lo anterior a la solución de un problema, calcúlese el valor de la aceleración de un móvil, que viaja en una sola dirección y que en un lapso de 15 segundos, su velocidad varía de 30 m/s a 120 m/s.

$$\begin{aligned}
 a &= ? \\
 V_f &= 120 \text{ m/s} \\
 V_i &= 30 \text{ m/s} \\
 t &= 15 \text{ s}
 \end{aligned}$$

$$a = \frac{(V_f - V_i)}{t} = \frac{120 \text{ m/s} - 30 \text{ m/s}}{15 \text{ s}} = \frac{90 \text{ m/s}}{15 \text{ s}} = 6 \frac{\text{m/s}}{\text{s}}$$

$$a = 6 \text{ m/s}^2$$

Esto quiere decir que el móvil aumentaba la velocidad en 6 m/s cada vez que transcurría un segundo.

Es importante destacar que la unidad de aceleración en el SI es (m/s) / s, y no m/s<sup>2</sup>; esta última es una representación matemática de la primera.

En el ejemplo anterior, la diferencia entre el valor de la velocidad final y la inicial fue positiva, lo cual significa que hubo un aumento en la velocidad; entonces se trata de un caso donde la aceleración es positiva.

Sin embargo, en ocasiones resulta que la velocidad final es menor que la inicial, dando por resultado una aceleración negativa, es decir, una desaceleración. Por ejemplo, si se considera que un móvil tiene una velocidad inicial de 25 m/s y después de 4 segundos, su velocidad es de 5 m/s, ¿cuál será el valor de su aceleración?

$$\begin{aligned}
 a &= ? \\
 V_f &= 5 \text{ m/s} \\
 V_i &= 25 \text{ m/s} \\
 t &= 4 \text{ s}
 \end{aligned}$$

$$a = (V_f - V_i) / t = (5 \text{ m/s} - 25 \text{ m/s}) / 4 \text{ s} = (-20 \text{ m/s}) / 4 \text{ s}$$

$$a = -5 \text{ (m/s) / s}$$

Esto significa que la velocidad del móvil disminuye en 5 m/s cada vez que transcurre un segundo.

Así, cuando la variación de la velocidad presenta cantidades iguales en tiempos iguales, se trata de un **movimiento acelerado uniforme, MAU**. Pero si la variación de la velocidad no es constante en relación con el tiempo, entonces la aceleración también es variable, y se habla de un **movimiento acelerado no uniforme**.

Cuando el móvil parte del reposo tiene una velocidad igual a cero; entonces existe una sola velocidad que es la velocidad final. En este caso la aceleración se obtiene directamente con la fórmula siguiente:

$$a = \frac{V_f - V_i}{t} \quad a = \frac{V_f - 0}{t} \quad a = \frac{V_f}{t}$$

$$a = V / t$$

Por ejemplo, calcular el valor de la aceleración de un vehículo que después de estar en reposo desarrolla una velocidad cuyo valor es de 121 m/s en 11 segundos.

$$a = ?$$

$$v = 121\text{m/s}$$

$$t = 11\text{s}$$

$$a = (121 \text{ m/s}) / 11 \text{ s} = 11\text{m/s}^2$$

## 6.12 EL MOVIMIENTO ACELERADO Y SU REPRESENTACIÓN

### Corresponde a la sesión de GA 6.60 (56. 2-F) ¿CÓMO ME PINTO?

Todos los cuerpos en movimiento que cambian su velocidad, ya sea en el valor o en la dirección, dan lugar a una aceleración, la cual puede ser calculada a partir de las variaciones de velocidad en determinada unidad de tiempo.

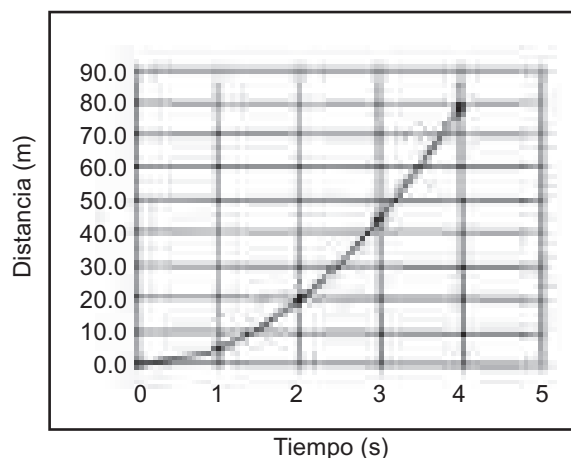
La aceleración es una magnitud vectorial, por ello, es posible representarla por medio de vectores. Para nuestro propósito, estudiaremos en primera instancia el movimiento de un cuerpo cuando éste se mueve en una sola dirección, en cuyo caso la dirección de la aceleración la representaremos con los signos más, +, para cuando hay aumentos en el valor de la velocidad y con el signo menos, -, cuando hay disminución en el valor de la velocidad.

Si además de moverse el cuerpo en una sola dirección, los aumentos de velocidad son los mismos por cada unidad de tiempo que transcurre, como ya dijimos, el movimiento se llama movimiento acelerado uniforme, MAU. Al graficar el desplazamiento (o la distancia, porque cuando el movimiento es en una única dirección el valor del desplazamiento coincide con la distancia) en función del tiempo, el resultado no es una línea recta; esto se debe precisamente a que la velocidad es cada vez mayor, y la inclinación de esta gráfica es, a medida que transcurre el tiempo, mayor. Por ahora no nos interesa, pero la forma de esta curva es de una parábola.

Sin embargo, si durante el recorrido el cuerpo disminuye la velocidad, incluso hasta detenerse, entonces se trata de una desaceleración o aceleración negativa. En este caso, al graficar el desplazamiento en función del tiempo el resultado describe una curva.

Un ejemplo de aceleración positiva puede ser el de un automóvil que después de arrancar desarrolla los siguientes valores, señalados en la tabla de datos y visualizados en la gráfica.

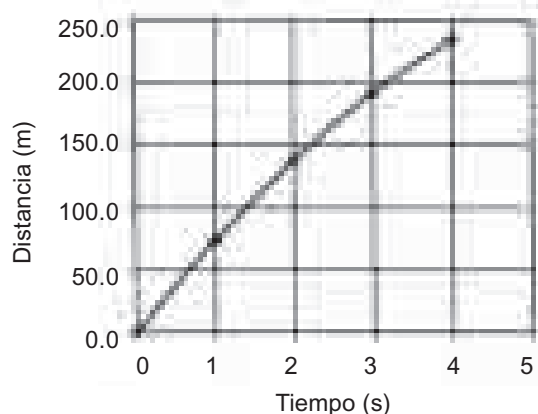
t (s)	d (m)
0	0.0
1	4.8
2	109.6
3	44.1
4	78.4



**Figura 46.** Gráfica de distancia contra tiempo para un movimiento rectilíneo con aceleración positiva.

Otro ejemplo de lo anterior podría ser la caída libre de un cuerpo que por efecto de la fuerza de atracción gravitacional terrestre, sufre una aceleración constante (si la fuerza resultante sobre un cuerpo es constante, el cuerpo se mueve con aceleración constante). Si fuera una aceleración negativa, como en el caso del movimiento de un cuerpo después de ser lanzado hacia arriba, la gráfica sería:

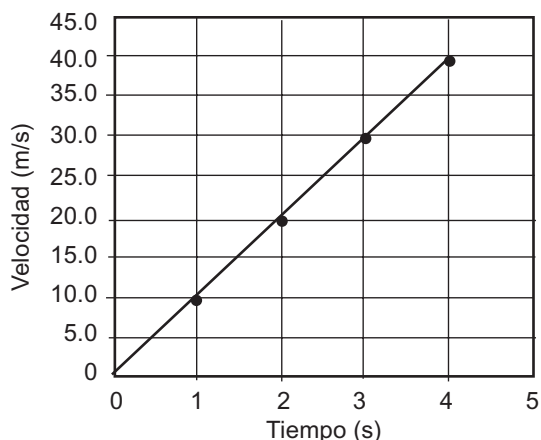
t (s)	d (m)
0	0.0
1	73.5
2	137.2
3	191.1
4	235.2



**Figura 47.** Gráfica del desplazamiento contra tiempo para un movimiento con aceleración negativa.

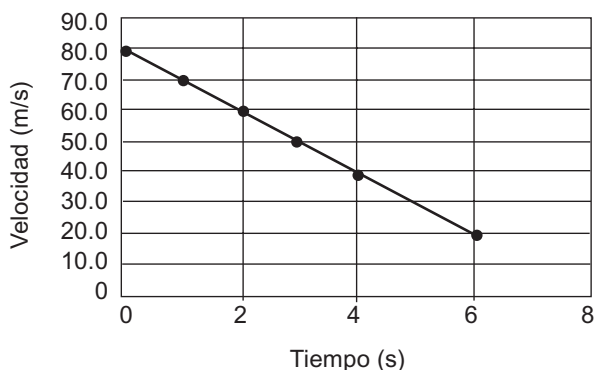
Pero para el estudio de la aceleración, es mejor realizar una gráfica de velocidad en función del tiempo. La pendiente de la curva nos representa la aceleración en una gráfica de desplazamiento contra tiempo. Si la aceleración es constante, porque el cuerpo se mueve en una sola dirección y los cambios de velocidad son los mismos para intervalos iguales de tiempo, entonces el resultado es una línea recta.

t (s)	d (m)
0	0.0
1	9.5
2	19.6
3	29.4
4	39.2



**Figura 48.** Gráfica de velocidad contra tiempo para un movimiento con aceleración positiva.

t (s)	d (m)
0	78.4
1	68.6
2	58.8
3	49.0
4	39.2
5	29.4
6	19.6



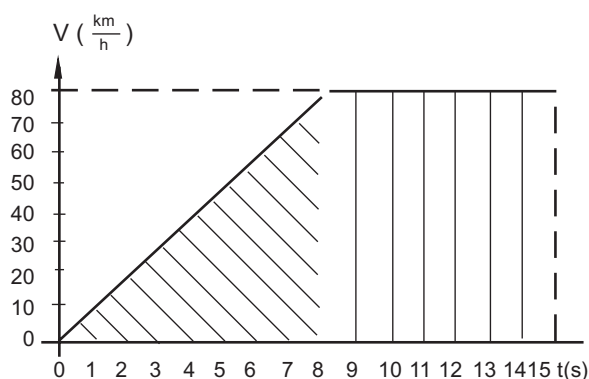
**Figura 49.** Gráfica de velocidad contra tiempo para un movimiento con aceleración negativa.

Finalmente, si un móvil mantiene una velocidad y dirección constantes una vez que ha iniciado su movimiento, esto significa que no hay aceleración positiva ni negativa. Como la aceleración está definida como el cambio de velocidad en la unidad de tiempo, y en este caso no se presentan cambios de velocidad, entonces la aceleración es igual a cero. Al realizar la gráfica de este movimiento de desplazamiento en función del tiempo, da una

línea recta, cuya pendiente representa la velocidad. Como la velocidad es constante, por eso la inclinación también lo es. Si realizamos una gráfica de velocidad en función del tiempo, nos da una línea recta paralela al eje del tiempo.

Cuando la gráfica de velocidad contra tiempo es una línea recta creciente, significa que la velocidad es directamente proporcional al tiempo, y que la aceleración es constante. Por ejemplo, si se grafica la velocidad contra tiempo de un vehículo, desde su arranque hasta 15 segundos después y se tiene que en los primeros 8 segundos tuvo un aumento en su velocidad de 10 km/h en cada segundo, a los 8 segundos habrá alcanzado una velocidad de 80 km/h. Si después de este momento la velocidad se mantiene en 80 km/h, quiere decir que entre los 8 segundos y los 15 segundos no hay aumento ni disminución de velocidad, es decir, la aceleración es cero.

Ambos movimientos son representados en la siguiente gráfica:



**Figura 50.** Representación gráfica de un movimiento acelerado hasta los 8 s, y constante desde los 8 s hasta los 15 s.

Para calcular las distancias recorridas entre 0 y 8 segundos, y entre 8 y 15 segundos, se determina el área debajo de las rectas, las cuales tienen figuras de triángulo y rectángulo, respectivamente. El cálculo para el primer intervalo:

$$\text{Distancia}_1: \text{área}_1 = (\text{base})(\text{altura}) / 2$$

$$\text{Distancia}_1: (8 \text{ s})(80 \text{ km/h}) / 2; \text{ por otro lado:}$$

$$80 \text{ km/h} = (80 \text{ 000 m}) / 3 \text{ 600 s} = 22.22 \text{ m/s}; \text{ entonces:}$$

$$\text{Distancia}_1: (8 \text{ s})(22.22 \text{ m/s}) / 2 = 88.88 \text{ m}$$

El cálculo para el segundo intervalo:

Distancia<sub>2</sub>:  $\text{área}_2 = (\text{base})(\text{altura})$

Distancia<sub>2</sub>:  $(15 \text{ s} - 8 \text{ s})(80 \text{ km/h}) = (7 \text{ s})(22.22 \text{ m/s})$

Distancia<sub>2</sub>: 155.54 m

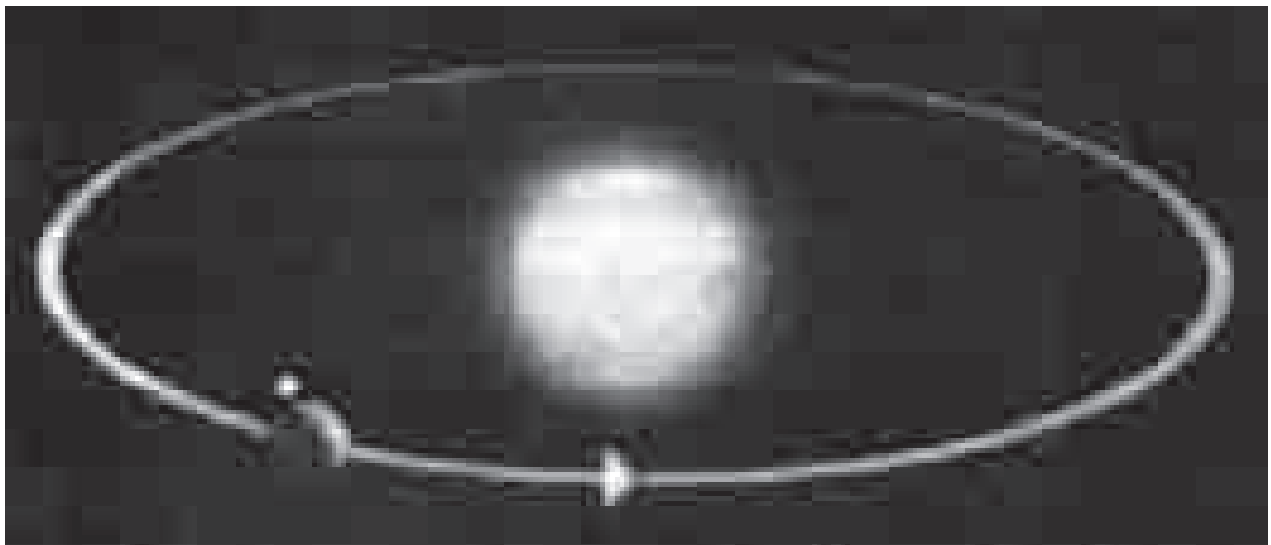
El total de la distancia recorrida será la suma de las distancias anteriores:

$$88.88 \text{ m} + 155.54 \text{ m} = 244.42 \text{ m}$$

## 6.13 GRAVEDAD TERRESTRE

**Corresponde a la sesión de GA 6.61 (57. 2-F) A LA TIERRA LE GUSTAN LOS PESOS**

¿Qué mantiene los planetas de nuestro sistema solar permanentemente en órbita? ¿Por qué los objetos siempre se caen al suelo después de ser lanzados hacia arriba? Ahora se sabe que existe una razón muy diferente a la que tenían nuestros antepasados de hace unos cuatrocientos años cuando todavía se creía que la Tierra era el centro del Universo. Actualmente, los físicos y los astrónomos responden que es por la fuerza de gravedad.



*Figura 51. Representación de la órbita de la Tierra en torno al Sol y de la Luna en torno a la Tierra.*

Fue un filósofo griego de la antigüedad, el célebre Aristóteles, quien dio la explicación que el Universo era geocéntrico, dando unas argumentaciones difíciles de contradecir, y que perduraron alrededor de 2 000 años.

Cuando se lanza una piedra o una masa hacia arriba, por mucha energía que se emplee, siempre regresan a la superficie. ¿Por qué? ¿Qué tiene que ver esto con el movimiento de la Tierra alrededor del Sol?



**Figura 52.** Trayectoria seguida por un balón.

Si nos encontráramos sobre la superficie de Júpiter (el planeta más grande del sistema solar), ¿cómo sería un partido de fútbol o de béisbol? ¿La pelota regresaría a la superficie después de efectuar un despeje o de realizar un batazo? ¿Se tardará más o menos en regresar, con respecto al tiempo en la Tierra? ¿El esfuerzo que realizas para lanzar una masa hacia arriba sería mayor que el que haces aquí en la Tierra?

Las respuestas a todas estas preguntas ya se conocen.












Se sabe que en todos los planetas suceden cosas semejantes cuando se lanza o se deja caer un objeto. La Tierra, en particular, y todos los demás planetas u objetos del Universo en general producen una atracción sobre todos los demás objetos que están en su superficie y fuera de ella.

A este halón (atracción) se le denomina **fuerza de gravedad** y presenta varias características:

- Siempre apunta hacia el centro de la estrella o del planeta; en este caso, la Tierra.
- El valor de esta fuerza de atracción (fuerza de gravedad) es directamente proporcional a la masa del objeto y disminuye mientras más lejos esté el objeto de la Tierra.
- La magnitud de la fuerza de gravedad depende de la masa del cuerpo que la genera. Mientras mayor sea la masa del planeta, mayor es la fuerza de gravedad.

La fuerza de gravedad con la que la Tierra hala a un cuerpo, corresponde a lo que se denomina **peso** del cuerpo en la Tierra y es una medida para determinar cuán “pegado está un objeto a la Tierra”.



MASA kg	MERCURIO 3.2X10 <sup>23</sup>	VENUS 4.9X10 <sup>24</sup>	TIERRA 5.9X10 <sup>24</sup>	MARTE 6.3X10 <sup>23</sup>	JÚPITER 1.66X10 <sup>27</sup>	SATURNO 5.56X10 <sup>25</sup>	URANO 8.6X10 <sup>25</sup>	NEPTUNO 1.03X10 <sup>25</sup>	PLUTÓN 1.06X10 <sup>25</sup>	SOL 1.96X10 <sup>30</sup>	LUNA 7.4 X 10 <sup>22</sup>
Símbolo											

**Figura 53.** Valores de las masas de los planetas conocidos, del Sol y de la Luna.

En este punto es muy importante hacer dos aclaraciones:

- La primera corresponde a un error común: el **peso no es lo mismo que la masa**. Es correcto afirmar: “La masa de mi cuerpo es 67 kg”; incorrecto es: “Mi peso es de 67 kg”; correcto sería también decir: “Mi peso es de 657 newton” (ya que un cuerpo de 1 kg de masa tiene un peso de 9.8 newton en la Tierra).

El peso de una persona es igual a su masa multiplicada por la aceleración de la gravedad; expresado en una fórmula sería:

$$\text{Peso} = (\text{masa})(\text{gravedad})$$

$$P = m \cdot g; \text{ donde } g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

La aceleración de gravedad,  $g$ , es la medida de los cambios de velocidad en la unidad de tiempo cuando caen los objetos en la superficie de la Tierra y es la misma para todos, cualquiera sea su forma o masa. El valor  $9.8 \text{ m/s}^2$  significa que por cada segundo que transcurre, la velocidad se incrementa en  $9.8 \text{ m/s}$ .

- La segunda aclaración se refiere al hecho de que únicamente tiene sentido hablar de peso cuando se está cerca de un planeta o de una estrella, es decir, cuando el cuerpo se encuentra en un campo gravitacional. En muchos lugares del espacio la atracción gravitacional hacia alguno de los planetas o cuerpos celestes es prácticamente cero, es decir, la aceleración de gravedad es cero; entonces, en esos lugares, el peso de los cuerpos es cero.

Medir la masa de un objeto en el espacio es un experimento que se ha llevado a cabo en los transbordadores espaciales como el Columbia, utilizando la inercia del cuerpo cuando éste oscila atado a un resorte.

Sin embargo, la masa de los objetos (los kilogramos que poseen) no cambia con el lugar del espacio en que se encuentren. El peso depende del lugar donde esté el objeto. La masa no varía si un cuerpo se encuentra en Júpiter, Saturno, la Tierra, la Luna...

La unidad para medir el peso en el Sistema Internacional de Unidades es el newton:

Unidades de peso = (unidades de masa)(unidades de aceleración).

$$= (\text{kg})(\text{m}/\text{s}^2) = \text{newton}$$

La fuerza de gravedad es la que mantiene los objetos en la Tierra; es también la razón por la cual la Luna se mantiene girando alrededor de la Tierra y nuestro planeta en torno al Sol.

Un último dato ilustrativo: en 1965 las naves "Venera" de la URSS se posaron sobre la superficie de Venus. A pesar de ser este un planeta pequeño tiene una atmósfera muy densa y por esta razón las naves sólo tuvieron unos minutos de funcionamiento. Hoy se sabe que cualquier nave que intentase llegar a la superficie de Júpiter sería casi instantáneamente destruida por su gravedad. La gravedad de Júpiter es 2.5 veces mayor que la de la Tierra, por consiguiente el peso de la persona de 67 kg de masa, sería de:

$$P = (67 \text{ kg})(2.5 \times 9.8 \text{ m}/\text{s}^2) = 1641.5 \text{ kg (m}/\text{s}^2)$$

$$P = 1641.5 \text{ newton}$$

En la Tierra, un cuerpo que tenga ese peso tendría una masa de 167.5 kg.

## 6.14 HISTORIA DE LA CIENCIA: GALILEO GALILEI

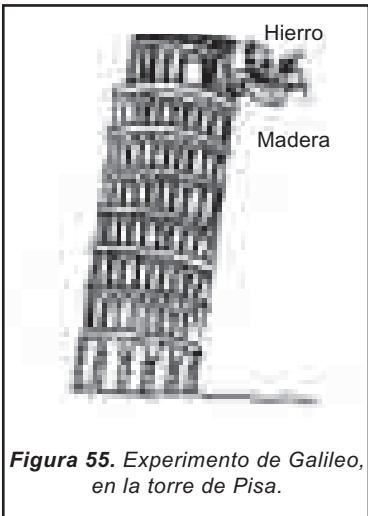
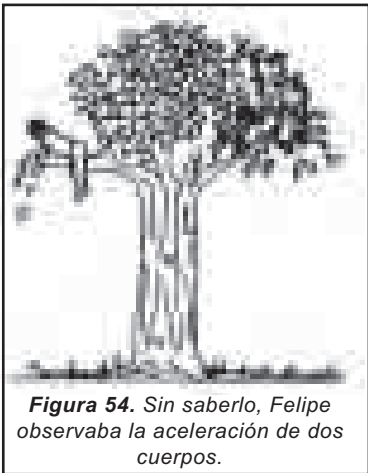
Corresponde a la sesión de GA 6.62 (58.2-F)  
¿LOS GORDOS CAEN MÁS APRISA?

Trepado en la rama de un árbol, Felipe disfrutaba la tarde, y desde ahí dejaba caer una naranja y una hoja al mismo tiempo; por supuesto, la fruta llegaba al suelo antes que la hoja, lo cual le parecía lógico, ya que es común pensar que los cuerpos pesados caen más rápidamente que los ligeros, tal y como en la antigüedad creía el filósofo Aristóteles.

Siglos después, Galileo Galilei reflexionó al respecto y, según se dice, subió a lo alto de la torre inclinada de Pisa (Italia); y desde allí dejó caer varios objetos de diferentes pesos y formas y llegó a la conclusión de que todos los cuerpos que se dejan caer desde la misma altura llegan al suelo casi al mismo tiempo.

La pequeña diferencia de tiempo se debe a la resistencia que presenta el medio a dichos

-1-



**Aristóteles**, filósofo griego vivió entre los años –384 a – 322, nació en Estagira (Macedonia), llamado por ello el estagirita. Aristóteles creía que la Tierra era estacionaria y que el Sol, la Luna, los planetas y las estrellas se movían en órbitas circulares alrededor de ella. En su famoso libro *De los cielos*, escribió que la Tierra era una esfera redonda en vez de una plataforma plana, se dio cuenta de que los eclipses lunares se debían a que la Tierra se situaba entre el Sol y la Luna y que la sombra de ella en la Luna siempre era redonda. Aristóteles tenía la teoría de que todo estaba constituido por cuatro elementos: tierra, aire, fuego y agua; los cuerpos que estaban constituidos por mucha tierra, su tendencia natural era caer hacia la Tierra.

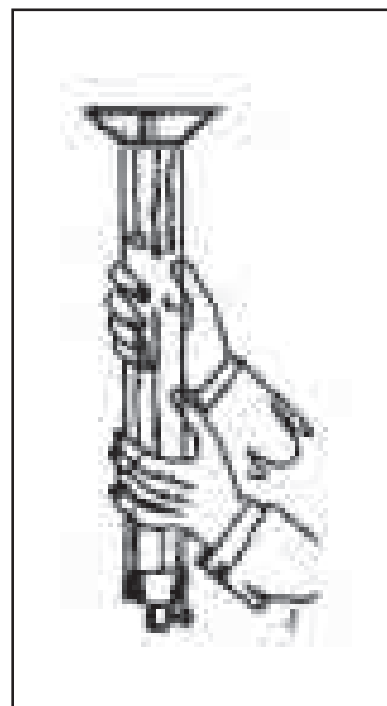
cuerpos, es decir, por su forma plana el aire los detiene y caen después que los cuerpos cuya forma rompe fácilmente el aire.

Si este medio (aire), que se opone a la rápida caída de los cuerpos, desapareciera, esto es, si los cuerpos cayeran en un medio vacío, todos lo harían al mismo tiempo sin importar su forma ni su peso.

Posteriormente, empleando el tubo de vacío ideado por el gran físico Isaac Newton, se pudo comprobar lo anterior en el laboratorio; dicho tubo, al cual se le extrae el aire y se le introducen varios objetos de diferentes pesos, se voltea y se observa como los objetos caen al mismo tiempo; si se hace este mismo experimento en el tubo con aire del medio, se aprecia que los objetos caen con diferentes velocidades.

**La aceleración de los cuerpos al caer se llama aceleración de gravedad, o simplemente gravedad y se representa con la letra  $g$ . Su valor es diferente de acuerdo con el lugar del planeta donde se mida; aun en la Tierra tiene diferentes valores: en los polos es mayor que en la línea ecuatorial. Para fines prácticos, el valor de la gravedad en la Tierra se toma como  $9.8 \text{ m/s}^2$ .**

-2-



*Figura 56. Con el tubo de vacío, Newton comprobó que todos los cuerpos en el vacío caen con igual aceleración.*

La aceleración de gravedad es debida a la fuerza con que los cuerpos son halados por la fuerza de gravedad.

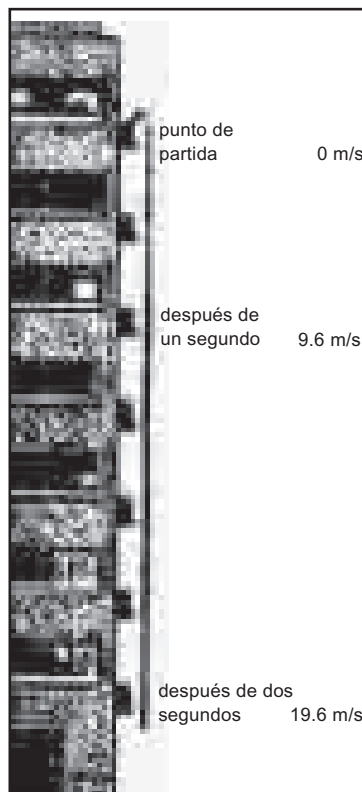
Cuando se representa un cuerpo que cae cerca de la superficie terrestre, registrando el evento a intervalos iguales de tiempo, se observa que a medida que el cuerpo desciende, los intervalos de longitudes son cada vez mayores, esto se debe a que en cada intervalo de tiempo registrado, la velocidad es mayor.

## 6.15 CAÍDA LIBRE DE LOS CUERPOS

Corresponde a la sesión de GA 6.63 (59.2-F) TODO LO QUE SUBE, BAJA

Para comprender el fenómeno de la caída libre de los cuerpos, es necesario analizar los acontecimientos diarios que ocurren en nuestro alrededor. Por ejemplo, si se observa detenidamente un árbol frutal, podrá notarse que una hoja tarda más tiempo en caer al suelo que la fruta colgada de la misma rama. Esto no es para sorprenderse; hacía siglos que el filósofo Aristóteles pensaba que los cuerpos pesados caían más aprisa que los ligeros. Ahora se sabe que si un cuerpo ligero tarda más tiempo en caer que uno pesado, se debe a la resistencia del aire. Muchos de los conocimientos acerca de la caída libre de los cuerpos se debe al científico Galileo Galilei, que fue quien supuso que en ausencia de aire todos los cuerpos grandes o pequeños, ligeros o pesados, caen a la Tierra con la misma aceleración.

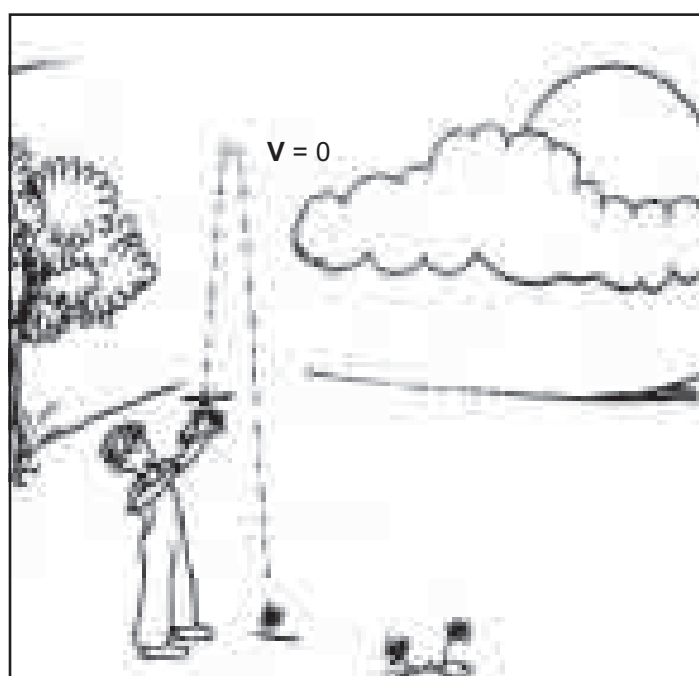
Si se deja caer una bola desde lo alto de un edificio, este movimiento es acelerado durante toda la trayectoria. En el primer segundo lleva una velocidad de 9.8 m/s; un segundo después tiene una velocidad de 19.6 m/s; en el tercer segundo, tiene una velocidad de 29.4 m/s y así sucesivamente.



**Figura 57.** Cuando se suelta una esfera, ésta va aumentando su velocidad conforme cae; si parte de cero, transcurrido 1 s, la velocidad es de 9.8 m/s, a los 2 s, la velocidad es de 19,6 m/s, y así sucesivamente.

Si no hubiera aire y se dejara caer una pluma y un balón de fútbol desde lo alto de un edificio, llegarían al suelo al mismo tiempo. Por supuesto que en la práctica esto no sucede, pues el aire mantiene suspendida más tiempo a la pluma.

Otro ejemplo interesante es lanzar un objeto hacia arriba. Al momento de lanzarlo, tiene una determinada velocidad que va disminuyendo a medida que transcurre el tiempo, hasta llegar un momento en que se detiene y luego comienza a descender; cuando va bajando y pasa por el mismo sitio donde se inició el ascenso, el valor de la velocidad es igual al valor que tenía al iniciarse el ascenso.



*Figura 58. Ascenso y descenso de un objeto: el valor de la velocidad en el momento de la salida es igual al de la bajada, cuando pasa frente a la mano.*

## 6.16 FUERZAS Y MOVIMIENTOS

### Corresponde a la sesión de GA 6.64 (60.2-F) VA DE NUEVO

Una parte de la física, denominada mecánica clásica o mecánica newtoniana, se ocupa de la descripción del movimiento y de las causas que lo producen.

Una herramienta matemática muy poderosa para el estudio de la mecánica son los vectores. Estas herramientas son los medios más adecuados para representar el desplazamiento, la velocidad y la aceleración, con los que se describe el movimiento de los objetos. También

son útiles para representar las fuerzas, que son las causantes de que los objetos modifiquen su estado de movimiento, incluyendo por su puesto el estado de quietud.

Una manera práctica de identificar cuándo una magnitud física es vectorial, es observar si suena lógica su unidad, al asignarle una dirección. Por ejemplo, no tiene sentido afirmar que la masa de un elefante es de 4 500 kg en dirección norte; por eso la masa no es una magnitud vectorial, es una magnitud escalar. En cambio, para describir el movimiento de un objeto se afirma correctamente que la velocidad (por ejemplo, de un automóvil) es de 100 km/h en dirección este.

El estudio del movimiento debe iniciarse por el caso más simple y natural, el movimiento con velocidad constante, esto es, el análisis de todo aquellos objetos que al desplazarse recorren distancias iguales en tiempos iguales. La representación gráfica del movimiento de los cuerpos generalmente es más complicada. Cuando un objeto cambia su velocidad es debido a que existe “influencia” de algo; este algo se llama fuerza.

Las fuerzas modifican la velocidad de los objetos de dos maneras: cambiando su valor y/o su dirección. Un vector es constante siempre que mantenga su valor y su dirección.

Cuando un móvil cambia su velocidad, ya sea en valor o en dirección, aumentando o disminuyendo su movimiento, se dice que el movimiento es acelerado o que el cuerpo está acelerado. Los movimientos en los que la velocidad cambia a un ritmo constante se denominan uniformemente acelerados y son, en nivel de complejidad, los que le siguen al movimiento rectilíneo uniforme. La representación del movimiento uniformemente acelerado en una gráfica distancia-tiempo es una curva llamada parábola, no podría ser una recta, ya que la gráfica debe inclinarse cada vez más por cuanto la velocidad es cada vez mayor. La forma de la gráfica en la figura 43 es de una parábola.

Es importante observar que el movimiento de caída de un cuerpo en la superficie terrestre es un movimiento uniformemente acelerado, debido a que la fuerza de gravedad sobre el cuerpo es constante; el cambio de velocidad en la unidad de tiempo que produce, también es constante, es decir, la aceleración es constante.

La fuerza de gravedad sobre un objeto es el peso del objeto, que se obtiene al multiplicar la masa del objeto por la aceleración de gravedad del sitio donde se encuentra el objeto. Esto es:

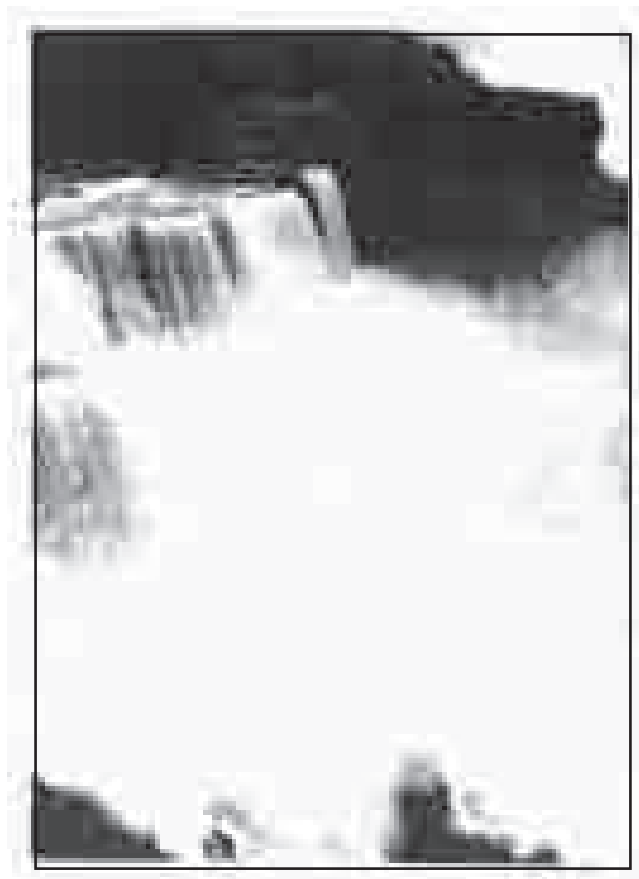
$$\text{Peso} = (\text{masa})(\text{gravedad})$$

$$P = m \cdot g$$

Si la masa se da en kg y la gravedad en  $\text{m/s}^2$ , entonces el peso se da en  $\text{kg}(\text{m/s}^2)$ , unidad a la que se le dio el nombre de newton, N.

## Capítulo 7

### NEWTON, SU MANZANA Y SU ENERGÍA



En el siglo XVII, por primera vez en la historia de la humanidad, se enunciaron leyes que describen, explican y predicen el movimiento de los objetos. Las tres leyes del movimiento publicadas por Newton son la culminación de la inquietud que mucho tiempo atrás surgió, al comparar el reposo que tienen algunos objetos en la Tierra, con el perpetuo y aparente movimiento de los objetos del firmamento cuando los referimos con algún punto en la Tierra.

*“...si yo he visto tan lejos es por que me apoyé en  
hombros de gigantes”.*

**ISAAC NEWTON.**



## 7.1 LA ENERGÍA COMO ORIGEN DEL MOVIMIENTO

### Corresponde a la sesión de GA 7.65 (62.2-F) EL MOVIMIENTO PERPETUO

Al levantar una pelota y soltarla, después de rebotar algunas veces contra el piso acabará por detenerse. Se sabe que la fuerza que termina por detener el movimiento es principalmente la fuerza que le hace el piso a la pelota e influye además la fuerza de fricción que ejerce el aire sobre la pelota. Si se desea volver a poner en movimiento la pelota, es necesario soltarla nuevamente desde su sitio inicial, haciendo una fuerza en dirección contraria al de su peso. Podemos observar que la pelota no alcanza la altura inicial, ni siquiera en su primer rebote.

Ahora considérese el caso de un péndulo para la diversión que la gente llama “columpio”. Siempre que se columpia a alguien es indispensable hacer una fuerza cada vez que el columpio llega a nosotros e inicia el regreso. Cuando se empuja el columpio, éste realiza un movimiento oscilatorio; para mantener este movimiento se debe empujar el columpio cada vez que regresa; de no ser así, éste se detendrá. Un columpio ideal sería aquel que una vez realiza la primera oscilación, mantuviera el movimiento, que en cada ciclo de ida y vuelta siempre llegara a la misma altura. Sin embargo, tal columpio no existe; aunque los ejes estén muy bien engrasados, el columpio real, en cada viaje, llega a menos altura y finalmente se detiene.

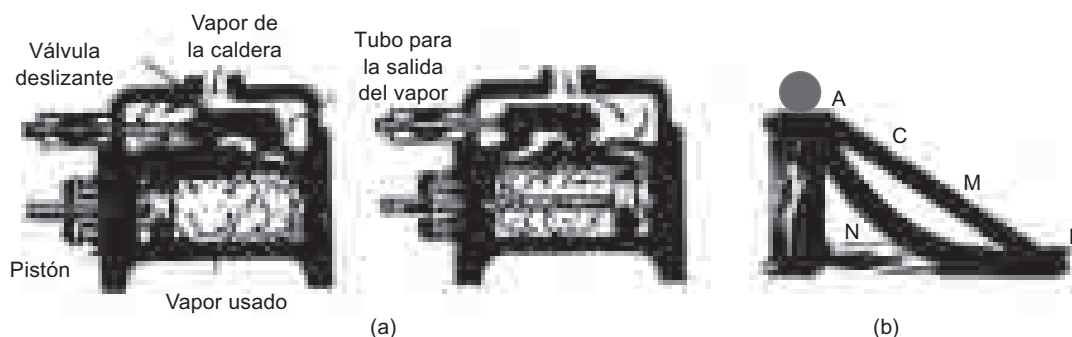
Si partimos del hecho de que la energía se conserva, cabría preguntarse: ¿dónde está la energía mecánica faltante en el columpio, que cada vez es menor en la cinética y en la potencial?



*Figura 1. Un columpio real, que para mantener su movimiento necesita que se le dé energía constantemente, y un columpio ideal, que mantuviera su movimiento solo.*

La energía mecánica (cinética más potencial) se transforma en calor por la acción de la fuerza de fricción y ya no se puede recuperar la energía mecánica total inicial. Entender que la energía cinética (la de los cuerpos en movimiento) puede transformarse

completamente en calor, y que el calor no puede transformarse completamente en energía cinética, es una teoría muy reciente en términos de historia de la ciencia (apenas hace unos 100 años). Este hecho puso fin a las pretensiones de quienes creyeron posible encontrar la “máquina del movimiento perpetuo”.



**Figura 2.** (a) Máquinas de vapor en la que parte de la energía mecánica se transforma en calor. (b) Un supuesto movimiento perpetuo que consta de dos rampas, una por donde rueda un balón que baja (la curva) y la otra por donde el balón sube (la recta). La bola marcada con A es un imán que atrae al balón en su subida pero, lamentablemente, también lo atrae en la bajada.

Es curioso, pero muchos estudiosos a lo largo de los siglos se empeñaron, infructuosamente, en encontrar “la fuente de la eterna juventud”, “la transmutación de los metales corrientes en oro” y “la máquina del movimiento perpetuo”. El buscado mecanismo, cuya denominación podría ser título de un cuento para niños, resultó ser, por muchos siglos, motivo de serias investigaciones. Aún más: fue hasta 1918 cuando la Oficina General de Patentes de los Estados Unidos (la más importante del mundo en aquellos años y la encargada de registrar los inventos) se negó a aceptar solicitudes sobre patentes de “máquinas del movimiento perpetuo”.

Las máquinas más eficientes, rara vez alcanzan un rendimiento mayor al 25 %. Entonces, no sólo es imposible construir una máquina que mantenga por siempre el movimiento sin energía extra, sino que, además, la mayor parte se “desperdicia” en forma de calor.

Hoy en día, incluso a los ojos de un observador descuidado, parecen existir “balancines” de movimiento perpetuo; sin embargo, o son alimentados por una fuente energética o, si se tiene la paciencia suficiente, se tendrá la oportunidad de ver el momento en que se detiene.

Entonces, se puede afirmar, empleando correctamente esta nueva palabra, que “la fuerza de fricción siempre transforma energía en calor y que para mantener una máquina trabajando en ciclos completos y continuos, se debe suministrar energía para contrarrestar la energía transformada en calor”.

Ésta es la razón por la cual hay que dar cuerda a los relojes o, si son más modernos, siempre es necesario acondicionarles una pila. Incluso aquellos relojes (o máquinas en

general) que usan celdas fotoeléctricas para convertir la energía solar en electricidad y están en movimiento dejarán de funcionar si se les impide la llegada de la luz a las celdas o la energía de las celdas a los mecanismos de los relojes.

A mediados del siglo XIX, Nicolás Sadi Carnot, hijo de un revolucionario francés, al estudiar la eficiencia de las máquinas de vapor cuyo uso se generalizó en esa época, encontró el principio que se cumple para el péndulo, la pelota, el columpio, los relojes, las máquinas de vapor, etcétera: “No existe máquina que trabaje en ciclos que pueda mantenerse en movimiento perpetuo sin necesidad de alimentársele con energía”.

Alguien podría afirmar que conoce un sistema que, sin necesidad de aplicarle energía, siempre cumple con su ciclo a intervalos regulares de tiempo. Este sistema, afirmaría el observador, es “el sistema solar”. Si este sistema no perdiera tanta energía en forma de calor, estos movimientos se conservarían y no necesitaría de suministrarle más energía. Así que la “máquina” celeste, tarde o temprano, acabará también por detenerse por su gran pérdida de energía en forma de calor.

## 7.2 LAS LEYES DE NEWTON (1ª Y 2ª)

### Corresponde a la sesión de GA 7.66 (63.2-F) ¿POR QUÉ SE MUEVEN?

Siempre que se habla del movimiento, las personas imaginan que algo se desplaza, que experimenta un cambio de posición o que cambia de sitio. Pero, ¿qué condiciones explican físicamente las causas de los movimientos? La respuesta a esta pregunta la tiene la mecánica, que es la rama de la física encargada de estudiar el movimiento, incluyendo el reposo que, como ya se vio, es un estado especial de movimiento cuya velocidad es igual a cero.

La mecánica se divide en tres partes: **estática, cinemática y dinámica**. La encargada de estudiar las causas del movimiento es la dinámica, la misma que explicó Isaac Newton (físico inglés) mediante tres leyes, que se conocen como leyes de Newton o de la mecánica clásica, de las cuales las dos primeras son las siguientes:

La primera de ellas, conocida como **ley de la inercia**, afirma que “**todo cuerpo continúa en su estado de reposo o de movimiento uniforme y rectilíneo, mientras no haya alguna fuerza externa que lo modifique**”.

El enunciado anterior contempla dos aspectos: el primero se refiere a cuando el cuerpo está en reposo; quiere decir que todo cuerpo es incapaz, por sí mismo, de cambiar su estado de reposo; el segundo dice que si un cuerpo se mueve, lo hace con movimiento uniforme y en una sola dirección, y así permanece siempre, porque por sí solo no puede



*Figura 3. Por efecto de la inercia, el jinete cae de su caballo cuando éste frena repentinamente.*

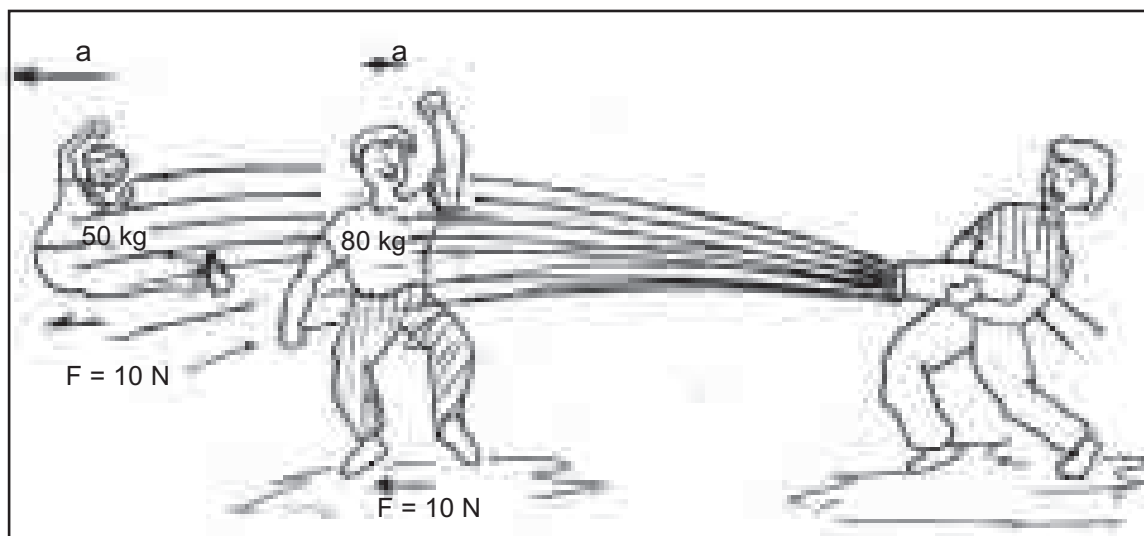
cambiar estas condiciones de movimiento. Se requiere la acción de una fuerza realizada por otro cuerpo, para modificar cualquiera de estos dos estados posibles de movimiento. En consecuencia, si el estado de movimiento de un cuerpo no es alguno de los dos anteriores (quieto o con velocidad constante) es porque está sometido a la acción de una fuerza o a la fuerza resultante de un sistema de varias fuerzas. Así, por ejemplo, que un jinete caiga hacia la parte delantera de su caballo cuando éste se frena repentinamente, se debe a que el jinete conserva su estado de movimiento (rectilíneo y uniforme) que tenía antes de que el animal se detuviese, es el animal el que se queda atrás con respecto al jinete.

Otro caso es el efecto que experimentan los pasajeros de un vehículo al arrancar éste repentinamente; aquí se observa cómo los pasajeros se van hacia la parte trasera del vehículo o hacen fuerza sobre el espaldar de las sillas; los pasajeros permanecen en su estado de reposo y es el vehículo el que cambia su velocidad hacia delante. Enseguida el espaldar de la silla hace fuerza sobre el pasajero y entonces éste cambia su estado de reposo por el de movimiento. Cuanto mayor es la masa del pasajero, mayor es la fuerza que hace el espaldar de la silla sobre él. Esto quiere decir que la masa del cuerpo, el cambio de velocidad y la fuerza que genera el cambio están relacionados. Esta relación la propuso Newton en su segunda ley.

La segunda ley de Newton, también conocida como **ley de las aceleraciones**, dice: **“La aceleración es directamente proporcional a la fuerza resultante aplicada, cuando la masa permanece constante. La aceleración es inversamente proporcional a la masa cuando la fuerza permanece constante”**.

Recuerde que el cambio de velocidad en la unidad de tiempo es lo que se llama **aceleración**.

Así, la aceleración que provoca en un cuerpo una fuerza de 10 newtones es menor que la que genera una de 20 newton. Ahora, si se trata de varios cuerpos sometidos a fuerzas de igual valor y dirección, el que tenga mayor masa es el que menos se acelera.



**Figura 4.** La aceleración aumenta si la masa disminuye, siempre que aplicamos la misma fuerza.

Entonces, a la luz de las teorías de Newton, la masa de un cuerpo está relacionada con la fuerza que hay que aplicarle para producir en él determinada aceleración. Cuando se tienen varios cuerpos, tiene mayor masa, aquel que hay que aplicarle mayor fuerza para generar en ellos igual aceleración. También, la masa de un cuerpo está relacionada con la cantidad de sustancia del cuerpo (el número de moles).

Recuerde que para el Sistema Internacional de Unidades, la masa se mide en kilogramos, kg.

Por ejemplo, la aceleración experimentada por un cuerpo de 50 kg será mayor que la de un cuerpo de 80 kg, siempre y cuando estén sometidos a fuerzas iguales (por ejemplo, de 200 newton y en la misma dirección).

En resumen, si se mantiene constante la masa en un cuerpo, la aceleración disminuye al disminuir la fuerza aplicada, o lo contrario, aumenta al aumentar la fuerza aplicada.

La representación matemática de la segunda ley de Newton es la siguiente:

$$F = m \cdot a;$$

donde: **F**: representa la fuerza resultante que actúa sobre el cuerpo,  
**m**: la masa del cuerpo y  
**a**: la aceleración del cuerpo.

Teniendo en cuenta la definición de proporcionalidad inversa, que dice que cuando se tienen dos magnitudes variables y se multiplican sus valores correspondientes, si el resultado es el mismo (una constante), entonces las magnitudes son inversamente proporcionales. Así, la *masa* es inversamente proporcional a la *aceleración* porque si a cuerpos de diferentes masas le aplicamos fuerzas iguales al multiplicar la masa de cada cuerpo por su respectiva aceleración, el producto es el mismo para cada uno de los cuerpos.



$$m_1 \cdot a_1 = m_2 \cdot a_2 = m_3 \cdot a_3$$

**Figura 5.**

Se pueden obtener las unidades de fuerza, utilizando la fórmula:

$F = m \cdot a$ ; al multiplicar las unidades de la masa (kg, en el SI) por las de aceleración ( $m/s^2$ , en el SI), queda:

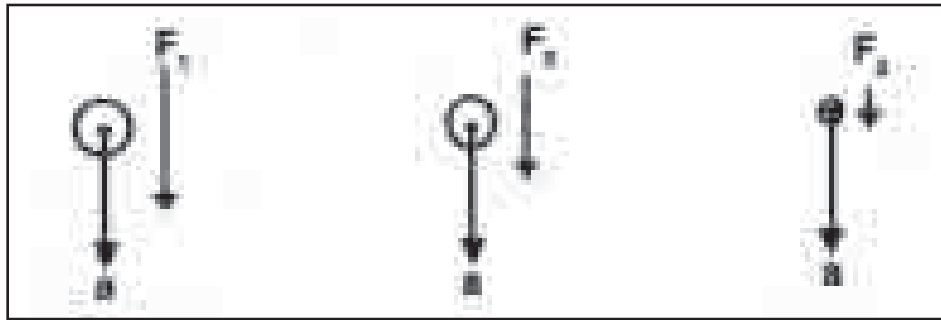
$F = kg (m /s^2)$ . A este grupo de unidades se le dio el nombre de **newton**, en honor al prestigioso científico inglés.

Si se utilizan las unidades del sistema CGS queda  $g (m /s^2)$ ; a este conjunto de unidades se le dio el nombre de **dina**.

Si de la fórmula anterior se despeja la aceleración, queda así:

$$\begin{aligned} F &= m \cdot a \\ F / m &= a \\ a &= F / m \end{aligned}$$

Teniendo en cuenta la definición de proporcionalidad directa, que dice que si se tienen dos magnitudes variables y se dividen sus valores correspondientes, cuando el resultado es el mismo (una constante), entonces las magnitudes son directamente proporcionales. Así, la *masa* y la *fuerza* son directamente proporcionales cuando la aceleración es constante, porque si dividimos la fuerza aplicada a cada cuerpo por su respectiva masa, los cocientes son los mismos, siempre que los cuerpos mantengan la misma aceleración.



$$F_1 / m_1 = F_2 / m_2 = F_3 / m_3$$

**Figura 6.**

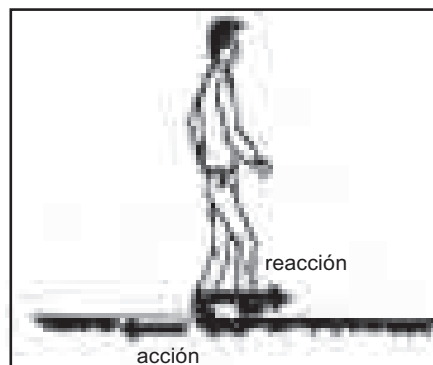
Otra aclaración importante es que, aunque el peso y la masa son muchas veces utilizados como sinónimos, en realidad son propiedades distintas. Esto es, que el peso siempre depende directamente del valor de la gravedad (a mayor valor de la gravedad, mayor será el peso de los cuerpos), mientras que la masa de los cuerpos es independiente del valor de la gravedad.

### 7.3 ACCIÓN Y REACCIÓN (3ª LEY DE NEWTON)

**Corresponde a la sesión de GA 7.67 (64.2-F) TODO VA Y VIENE**

Hasta aquí se ha hablado de las dos primeras leyes del movimiento publicadas por Newton; ahora se abordará la tercera, llamada **ley de la acción y la reacción**, donde necesariamente se consideran dos cuerpos: uno que actúa con fuerza de acción y el otro, receptor, que actúa con fuerza de reacción.

¿Cómo camina una persona? ¿qué hace para andar sobre el piso? Simplemente ejerce con el pie (primer cuerpo) una fuerza de acción hacia atrás sobre el suelo (segundo cuerpo), y éste responde con una fuerza de reacción hacia delante sobre el pie de la persona. Esta fuerza de reacción sobre el pie de la persona es la que produce una aceleración en la persona; movimiento que no se generaría si no hubiera rozamiento entre el pie y el piso.



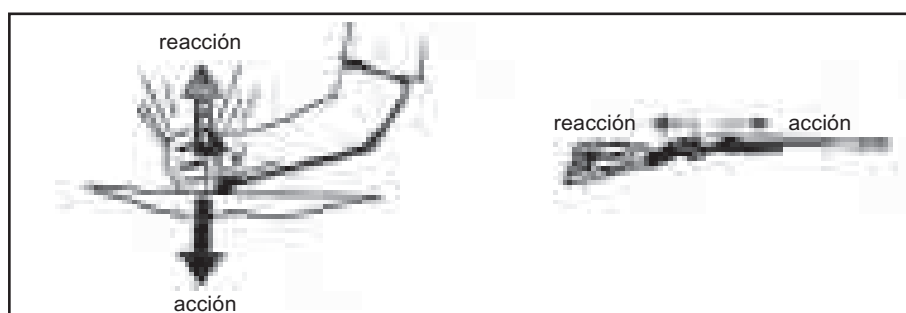
**Figura 7.** Acción y reacción al caminar.

“A toda fuerza de acción corresponde otra de reacción, de igual valor pero de dirección contraria”. Se pueden realizar varias actividades para verificar esta ley.

Si un individuo golpea con la mano una mesa (fuerza de acción), la mesa responde a la mano ejerciendo una fuerza (reacción) de igual valor pero en dirección contraria a la anterior. En una escopeta, la explosión de la pólvora contenida en el cartucho ejerce una fuerza sobre la bala que la proyecta hacia delante; la bala “responde” con una fuerza de dirección contraria sobre la pólvora. La pólvora empuja a la escopeta hacia atrás al tiempo que la escopeta empuja a la pólvora hacia delante. También la escopeta empuja hacia atrás al hombro de la persona que la sostiene, produciendo la típica “patada” del arma, al tiempo que el hombro de la persona empuja a la escopeta hacia delante.

Siempre que un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro (acción), éste ejerce sobre el primero otra fuerza (reacción), de igual valor y opuesta en dirección. Estas fuerzas están aplicadas a cuerpos distintos; por consiguiente, producen efectos diferentes en el movimiento de estos dos cuerpos, si las masas de ellos tienen valores diferentes.

Lo anterior puede reafirmarse con el siguiente ejemplo: sobre una calle plana y horizontal, un mulo hala a una carreta hacia adelante, la carreta hala al mulo hacia atrás con una fuerza de igual valor, el mulo arrastra la carreta a pesar de que esta tire de él. Lo que sucede es que el mulo (lo mismo que el hombre al caminar) es empujado por el piso hacia delante, porque él empuja al piso hacia atrás. Como sobre el conjunto carreta-mulo existe una fuerza resultante hacia delante, el conjunto se pone en movimiento. Una vez en movimiento, si el conjunto se mueve con velocidad constante, la fuerza hacia atrás del mulo sobre el piso debe ser igual sólo a la del rozamiento, mucho menos que la que tuvo que hacer para ponerse en movimiento.



**Figura 8.** Tercera ley de Newton.

En la teoría y en la práctica, no existe una condición para establecer cuál fuerza es de acción o cuál de reacción; generalmente se toma como la acción la ejercida por el cuerpo que uno ve moverse al aplicar la fuerza.



## 7.4 ALGO MÁS SOBRE LAS LEYES DE NEWTON

**Corresponde a las sesiones de GA 7.68 (65.2-F) ¿SE PUEDEN VIOLAR LAS LEYES DE NEWTON? I; GA 7.69 (66.2-F) ¿SE PUEDEN VIOLAR LAS LEYES DE NEWTON? II; GA 7.70 (67.2-F) ¿SE PUEDEN VIOLAR LAS LEYES DE NEWTON? III**

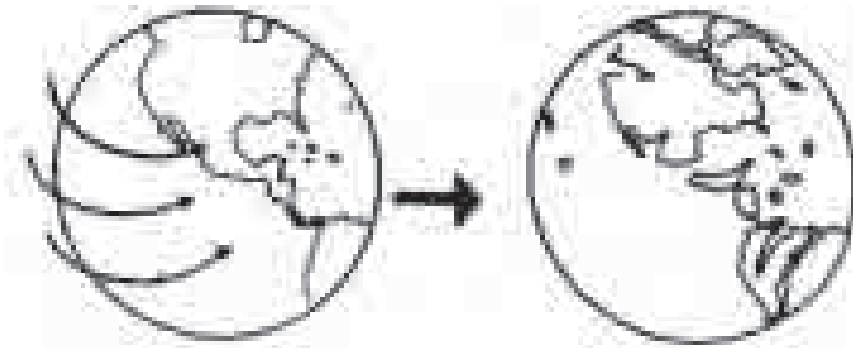
Alguna vez un hombre soñó viajar con el Sol hasta alcanzar la noche y destruirla, aunque corriera el riesgo de perder la Luna. Sin embargo, nunca pudo lograrlo porque el Sol, la Luna, la Tierra y todo en el Universo se mueven a velocidades tan grandes y distintas que no supo cómo resolver su problema y, así, se quedó simplemente contemplándolos.

El relato anterior es una muestra de cómo con la imaginación muchos seres humanos han intentado responder a cuestiones como: ¿por qué todo está en movimiento relativo? Largo ha sido el proceso y muchos los seres humanos que intentaron resolver la cuestión, pero fue hasta la llegada de Isaac Newton que se tuvo una respuesta que satisfacía las necesidades de entonces; este ilustre científico, estudiando todas las investigaciones anteriores de tantas personas de ciencia, como Galileo, pudo finalmente explicar, por medio de tres leyes (ya vistas), las causas del movimiento de los cuerpos.

A la primera la llamó “ley de la inercia” y con ella explica por qué a los cuerpos hay que aplicarles una fuerza para cambiar el estado de reposo o de movimiento. Por ejemplo, ¿qué pasaría si repentinamente la Tierra detuviese su movimiento? Los cuerpos que están sobre la Tierra o cerca de ella se mueven con ésta, de tal manera que si de pronto se detuviese, todos saldríamos volando a la velocidad del movimiento original y en la dirección del mismo; los mares se desbordarían, los continentes se fragmentarían, las casas, los árboles y todo en la superficie volaría como si un gigante disgustado los lanzara lejos para no verlos más; en fin, nada quedaría como antes.

A la segunda ley la llamó “ley de las aceleraciones”, y en ella relaciona tres variables que son: aceleración, fuerza y masa. Las dos primeras se relacionan de manera directa, cuando la masa es constante, ya que si aumenta la fuerza también lo hace la aceleración en la misma proporción que lo hace la fuerza. Entre la aceleración y la masa, en cambio, hay una relación inversa, cuando las fuerzas aplicadas son iguales, pues si aumenta la masa, la aceleración disminuye en la misma proporción en que aumenta la primera, y al contrario: si disminuye la masa, la aceleración aumenta en la misma proporción en que disminuye la masa.

La tercera ley es la denominada “ley de acción y reacción”, y se refiere a que toda fuerza ejercida sobre un cuerpo genera una fuerza de reacción de igual magnitud y dirección opuesta sobre el primer cuerpo. En esta ley se manifiesta claramente la interacción entre dos cuerpos, uno de ellos ejecuta la acción y el otro la reacción; por esta razón, aunque son fuerzas iguales y de dirección contraria, no se equilibran debido a que son fuerzas



**Figura 9.** Si la Tierra se detuviese de pronto, nada quedaría como antes.

aplicadas a dos cuerpos distintos, en los cuales los efectos de las fuerzas son también diferentes.

Por ejemplo, en un bote de remo, la fuerza aplicada al remo por parte de la mano (la acción) es respondida por el remo sobre la mano (reacción). Además, el remo empuja al agua hacia atrás, entonces el agua empuja al remo con bote y pasajero hacia adelante; estas dos fuerzas son de igual valor y con direcciones opuestas; para el último caso, una aplicada al agua y la otra aplicada al remo.

El pulpo se mueve con cualquier velocidad, como consecuencia de la fuerza de reacción del agua sobre él. Resulta que el pulpo ingiere agua y la expulsa después a alta velocidad; la fuerza con que el pulpo expulsa el agua hacia atrás (acción), esa misma agua que sale, expulsa al pulpo hacia delante; según sea el valor de la fuerza con que el pulpo expulsa el agua, así será el valor de la fuerza con que él será impulsado. De la dirección en que expulsa el agua, así será la dirección en que él se mueva; si quiere girar hacia el nororiente, entonces expulsa agua hacia el suroccidente.



**Figura 10.** El pulpo se mueve por propulsión a chorro, como los cohetes.

## 7.5 MANIFESTACIONES DE LA ENERGÍA

### Corresponde a la sesión de GA 7.71 (68.2-F) TODO ES ENERGÍA

La vida del ser humano y de todos los seres vivos que habitan en la Tierra es resultado de la energía. Desde las primeras formas de vida hasta las más evolucionadas se han desarrollado **gracias a la energía que viene del Sol**. Seguramente, los primeros seres humanos lo intuían de alguna manera, pues si bien no tenían los conocimientos para explicar los fenómenos naturales, sentían por la luz solar, su única fuente de calor antes de descubrir el fuego, un gran respeto.

Así, al evolucionar el ser humano, surgen los magos y brujos que fueron “con certeza” los primeros hombres que se interesaron en la explicación de los fenómenos; fueron también los que dieron lugar a los ritos y con ellos a la adoración del Sol, la Luna y todo aquello que no comprendían.

En este proceso también se originaron las religiones, en las que siempre hubo un dios del Sol, el cual, de acuerdo con las distintas culturas y épocas, recibió diferentes nombres, pero siempre fue reconocido como una parte muy importante de la existencia del ser humano.

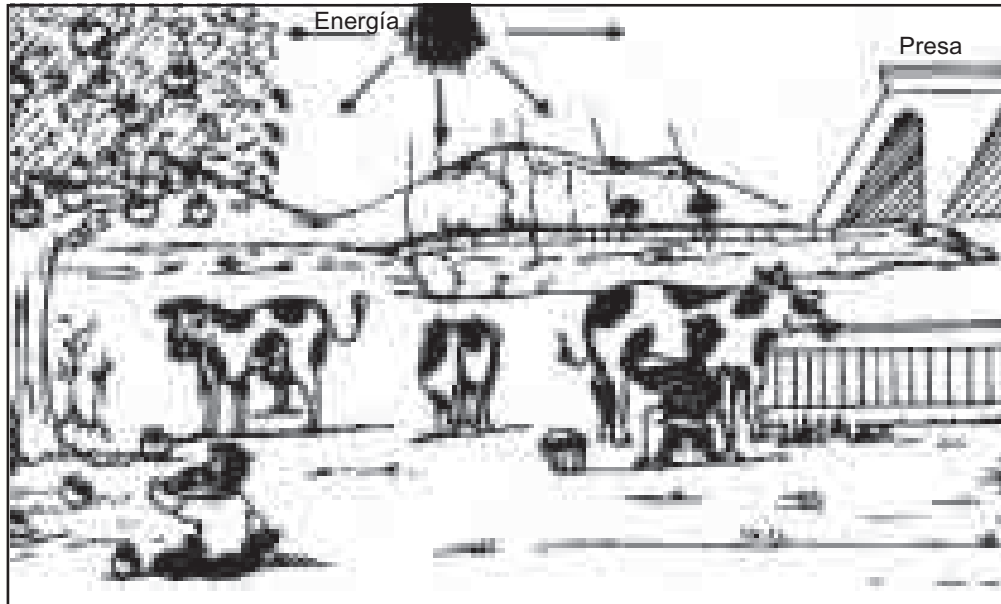
En esta forma, la existencia de la energía solar siempre ha sido reconocida como fundamental para la vida misma y para la generación de otros tipos de energía, fuente inagotable, ya que **la energía no se crea ni se destruye, se transforma**.

Por esta razón se dice que **energía es todo lo que genera un trabajo, aunque en realidad es la transformación de una forma de energía en otra lo que produce el trabajo**.

Se realiza un **trabajo** cuando una de las formas de energía se transforma. También se dice que una fuerza realiza trabajo cuando ella desplaza un cuerpo.

Todas estas formas de energía están estrechamente relacionadas entre sí. Por ejemplo, la energía que llega del Sol a la Tierra se transmite por medio de radiaciones; algunas constituyen el espectro visible, otras, como la ultravioleta e infrarroja, no nos permiten ver los cuerpos que la reflejan, pero **invariablemente transmiten calor** que, asociado a la luz, participa en la manifestación de otro tipo de energía, como la química, que es aquella que **se presenta en los cambios en que unas sustancias son transformadas en otras**. Este tipo de evento ocurre cuando los animales o los seres humanos se alimentan de plantas: asimilan la energía contenida en ellas por procesos químicos que ocurren en el interior de cada organismo, permitiendo de esta manera desarrollar otras actividades o trabajos.

Las actividades que pueden ser tan simples como caminar o correr hacen necesaria la asimilación de sustancias que proporcionan energía; al consumirlas, la energía se almacena



**Figura 11.** Ciclo de energía.

en forma de energía potencial, pero una vez que se inicia el movimiento, el cuerpo empieza a transformar la energía potencial en cinética.

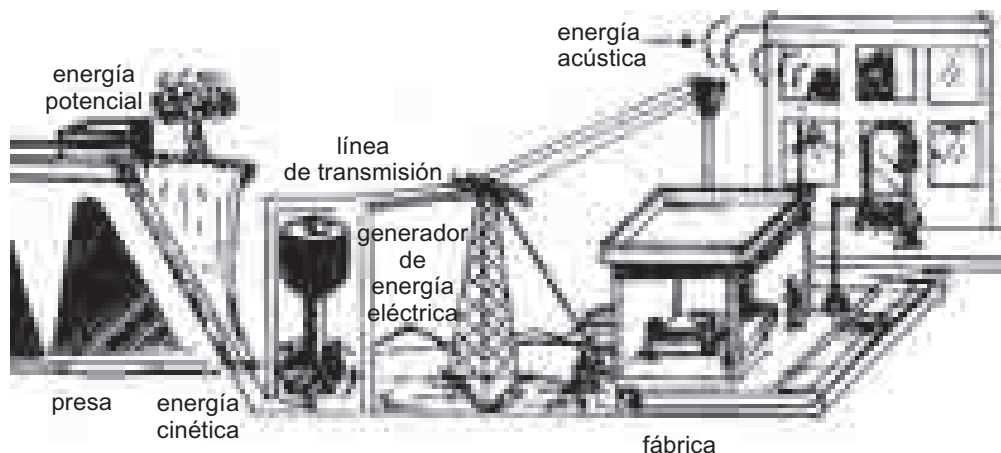
Se puede decir que la **energía potencial** es aquella que se manifiesta cuando un cuerpo, por su posición y por su estado, tiene capacidad para realizar un trabajo; es un tipo de **energía latente**.

**La energía cinética**, en cambio, es aquella que se presenta cuando un cuerpo está en movimiento.

El ser humano se beneficia al utilizar la energía mecánica (cinética más potencial) presente en la naturaleza, como ocurre al aprovechar las caídas de agua para las plantas hidroeléctricas propias para generar electricidad. Esta energía eléctrica se debe al movimiento de electrones (energía cinética de los electrones) que a su vez es utilizada (transformada) por los aparatos mecánicos, eléctricos y electrónicos. En los aparatos sonoros, la energía eléctrica da lugar a vibraciones que originan energía acústica, la cual tiene que ver con el sonido.

Existe también la **energía atómica**, la cual **se basa en el aprovechamiento de la energía generada en el interior de los átomos como consecuencia de las transformaciones en ellos**. La energía nuclear se fundamenta esencialmente en las transformaciones del núcleo de los átomos; cuando es bien utilizada, nos permite ampliar posibilidades de desarrollo científico y tecnológico y además su costo es muy bajo. Cuando un cuerpo recibe energía calórica puede utilizar ésta para realizar un trabajo (desplazando un cuerpo)

o para aumentar la temperatura del cuerpo. El aumento de temperatura se manifiesta en el aumento del movimiento de las moléculas que forman el cuerpo; ejemplo: el calor recibido por el aire contenido en una jeringa que tiene la aguja tapada, se puede utilizar para desplazar el émbolo, sin aumentar la temperatura del gas, o para aumentar la temperatura del gas sin desplazar el émbolo.



**Figura 12.** La transformación de una forma de energía en otra produce trabajo o aumento de temperatura en el cuerpo.

## 7.6 EL TRABAJO MECÁNICO

### Corresponde a la sesión de GA 7.72 (69.2-F) TRABAJO SIN PAGA

En 1908, sucedió un fenómeno en Tunguska (Siberia). Era un 30 de junio a las 7:30 a.m. cuando de pronto ocurrió una gigantesca explosión, le siguió un gran temblor de tierra y la brillantez del cielo era impresionante; había una superficie devastada, en un radio de 30 km. Los científicos dieron toda clase de explicaciones, como la presencia de un hoyo negro o de antimateria; aunque no se ha podido explicar realmente, la más aceptada es que la cabeza de un cometa “relativamente pequeño”, de 40 metros de diámetro chocó con la Tierra. El trabajo que se podría producir con esa enorme cantidad de energía es casi imposible de calcular; sería tan grande que facilitaría muchos “trabajos”.

De lo anterior se deduce que el trabajo y la energía están estrechamente relacionados, ya que para realizar un trabajo se requiere energía y a ésta se le define como la capacidad para producir un trabajo. Por ejemplo, una persona es capaz de cargar un objeto (realizar un trabajo sobre el objeto) gracias a la energía que aprovecha de los alimentos.

Es común hablar del trabajo que da encontrar un libro, terminar los estudios, entender una lección o trabajar todo el día, actividades todas que requieren un esfuerzo manual o mental.



**Figura 13.** Un cometa parecido al que aquí se muestra pudo ser la causa del fenómeno de Tunguska.

El trabajo en física tiene un significado específico que se expresa en el siguiente ejemplo: si dos personas mueven una caja muy pesada aplicando fuerzas en la dirección en que la caja se desplaza, se dice que las fuerzas aplicadas por las personas realizaron un trabajo mecánico sobre la caja. Siempre que una fuerza logra desplazar un cuerpo, la fuerza realiza un trabajo sobre el cuerpo.

Ahora bien, si se aplica una fuerza a un cuerpo y ella no genera en él algún desplazamiento, el trabajo mecánico de esta fuerza es nulo, aunque comúnmente se piense que sí hay un trabajo. Por ejemplo, si una persona empuja con mucha intensidad a una pared y esta fuerza no logra desplazar la pared, se dice que la fuerza no realizó trabajo mecánico sobre la pared, así la persona haya hecho mucho esfuerzo.

El trabajo mecánico se calcula matemáticamente, multiplicando el valor de la fuerza por el valor del desplazamiento, siempre y cuando estas dos magnitudes tengan la misma dirección o direcciones opuestas. Cuando la dirección de la fuerza es cualquier otra, los cálculos son un poco más complejos, no apropiados para este nivel educativo.

$$W = F \cdot X,$$

donde:  
W : el trabajo realizado por la fuerza;  
F : valor de la fuerza que realiza el trabajo;  
X : valor del desplazamiento.

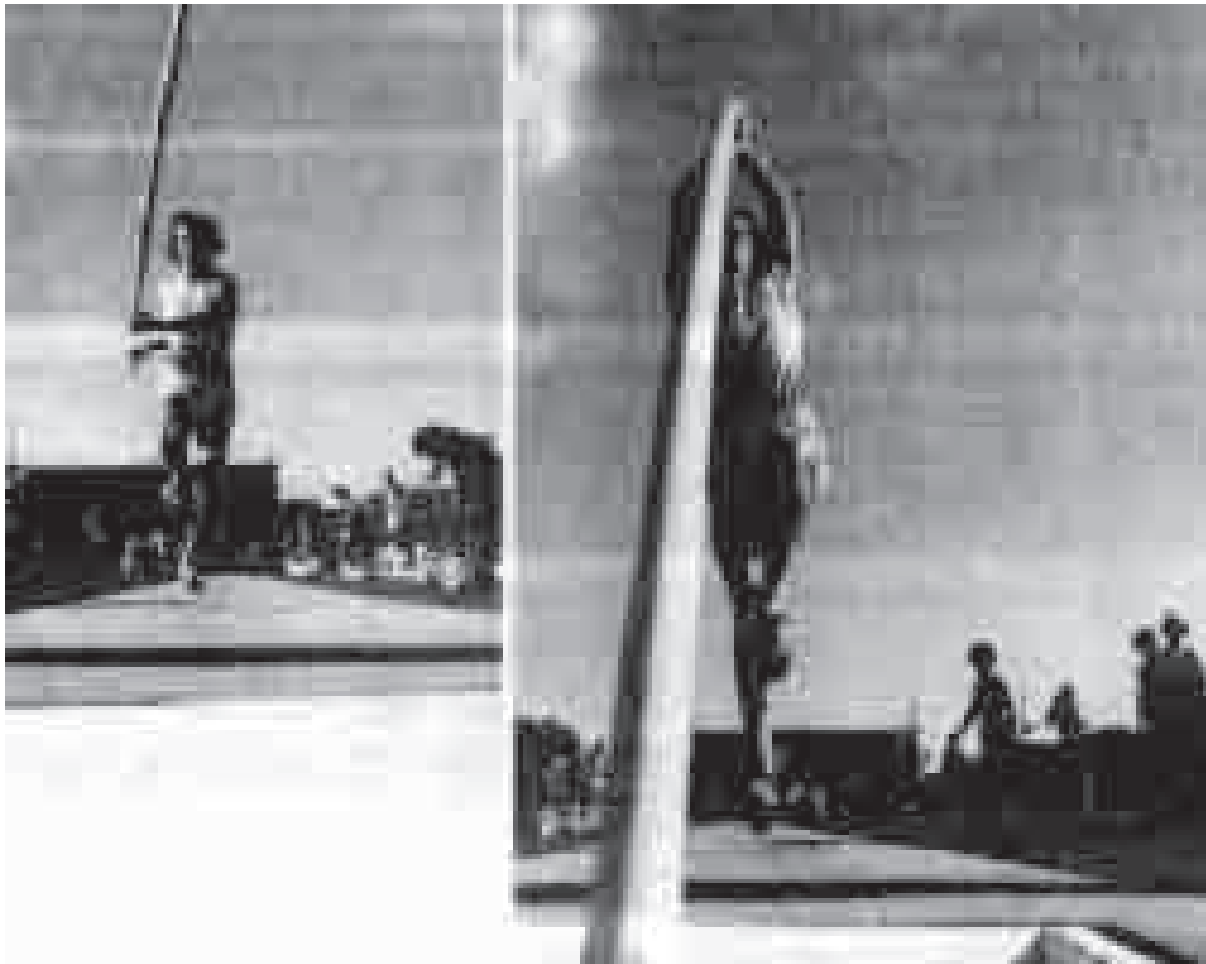
Como en el Sistema Internacional de Unidades la unidad de fuerza es el **newton** (N) y para el desplazamiento el metro (m), la unidad de trabajo será:

$$W = F \cdot X : [N \cdot m] = \text{Julio (J)}$$

## 7.7 ENERGÍA POTENCIAL

### Corresponde a la sesión de GA 7.73 (70.2-F) EL RESORTE Y SU ENERGÍA

Un cuerpo que se encuentra en reposo puede tener energía, pero ésta va a depender de su posición y de su constitución. Por ejemplo, si tenemos un balón en reposo en el centro de una mesa, éste tiene energía potencial gravitacional, al caer de la mesa puede realizar un trabajo sobre algo que se encuentre debajo de él.

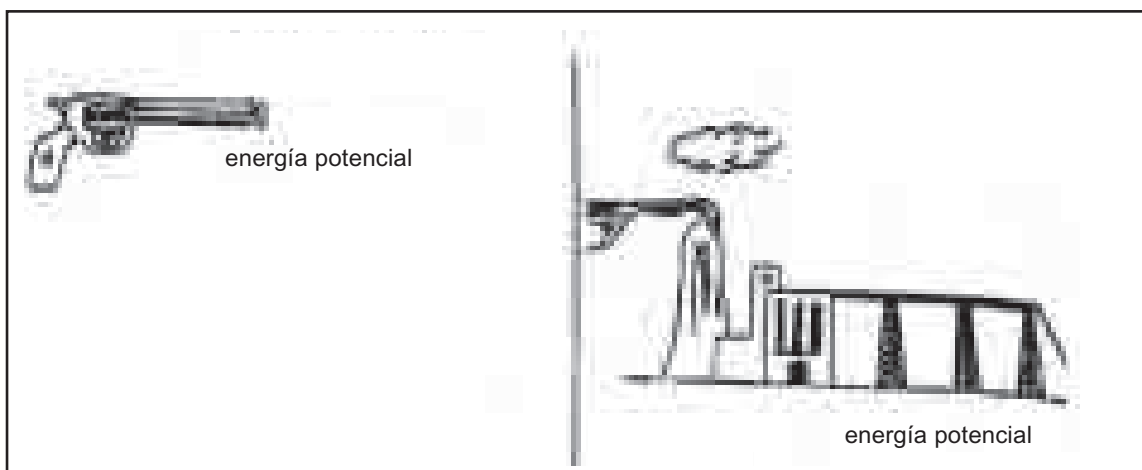


*Figura 14. Un cuerpo posee energía potencial gravitacional, según la altura que tenga.*

Al caer el balón, parte de una velocidad cero y cada vez la va aumentando, antes de llegar al suelo tiene mucha energía cinética y poca energía potencial gravitacional; al chocar en el suelo, contra un resorte por ejemplo, realiza un trabajo sobre éste comprimiéndolo, calentándolo, produciendo sonido, algunas veces pequeños destellos de luz (chispas). El balón pudo almacenar esa energía antes de caer gracias al trabajo que se le aplicó al elevarlo hasta la mesa.

Esta energía que poseen los cuerpos debido a su posición, se conoce como **energía potencial gravitacional**.

Otros ejemplos de cuerpos que poseen energía potencial son: un resorte, o cualquier cuerpo elástico, comprimido o estirado, que al soltarlo puede producir un trabajo; éste tiene energía potencial elástica. La cuerda de un reloj que se comprime para que ponga a “caminar” las manecillas durante cierto tiempo, es energía potencial elástica; el agua almacenada en una presa que, al caer, puede hacer girar la turbina de un generador eléctrico, tiene energía potencial gravitacional; una cierta cantidad de pólvora tiene energía potencial química; una cierta cantidad de uranio tiene energía potencial nuclear. Aclaremos que, en muchas ocasiones, un cuerpo tiene varias formas de energía al tiempo.



**Figura 15.** Ejemplos de cuerpos que poseen energía potencial.

La energía potencial se representa por el símbolo  $E_p$ , y está relacionada con el peso del cuerpo y la altura a la que se encuentre con respecto a un punto de referencia ( $h$ ). Se calcula mediante la siguiente fórmula:

Energía potencial gravitacional = ( peso ) ( altura )

$E_{pg} = ( m \cdot g ) ( h )$ , en donde:

$E_{pg}$  : energía potencial gravitacional;

$m \cdot g$  : masa por gravedad, es el peso del cuerpo;

$h$  : altura desde un punto de referencia, hasta el cuerpo.

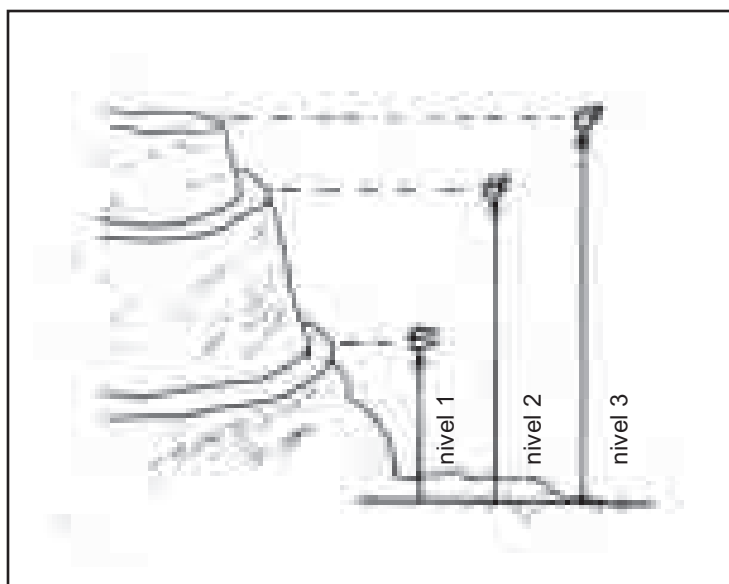
Por lo tanto, la  $E_{pg}$  es mayor cuanto mayor es el peso del cuerpo y la altura a la que se encuentra.



Como en el Sistema Internacional de Unidades la unidad de peso (que es una fuerza) es el **newton** (N) y para la altura es el metro (m), entonces la unidad de energía potencial gravitacional será, como toda energía:

$$E_{pg} = [N \cdot m] = \text{julio (J)}$$

Donde  $g$  representa el valor de la aceleración de la gravedad en la Tierra, que es aproximadamente de  $9.8 \text{ m/s}^2$ .



**Figura 13.** Un cuerpo posee mayor energía potencial gravitacional a medida que tenga mayor masa y se encuentre a mayor altura sobre un determinado punto de referencia.

Ejemplo: se requiere conocer cuál será la energía potencial gravitacional de una persona que tiene una masa de 60 kg y se encuentra sobre un árbol, a una altura de 4 m.

**Datos**

$$E_{pg} = ?$$

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

$$h = 4 \text{ m}$$

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

**Fórmula**

$$E_{pg} = m g h$$

**Sustitución**

$$E_{pg} = 60\text{kg} \left[ 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right] (4\text{m})$$

$$E_{pg} = [ 60 \times 9.8 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2 ] (4 \text{ m})$$

$$E_{pg} = [ 588 \text{ N} ] (4 \text{ m})$$

$$E_{pg} = 2\,352 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$E_{pg} = 2\,352 \text{ julios}$$

$$E_{pg} = 2\,352 \text{ j}$$

## 7.8 ENERGÍA CINÉTICA

### Corresponde a la sesión de GA 7.74 (71.2-F) SIN ENERGÍA NO HAY MOVIMIENTO

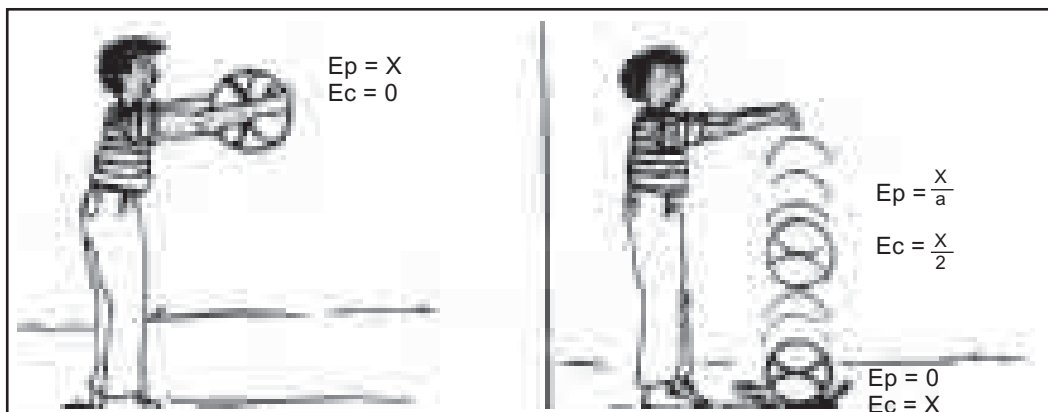
Una persona conduce su automóvil a gran velocidad y, debido a una distracción, no se fija a tiempo que el semáforo ha cambiado la luz a rojo; por más que hace el intento de frenar choca contra un auto parado delante de él y le genera cierto daño de consideración en su estructura.

Este ejemplo sirve para mostrar que cualquier cuerpo que está en movimiento puede realizar un trabajo. De esto se concluye que el auto en movimiento posee energía que se conoce con el nombre de **energía cinética**.



*Figura 17. Un cuerpo en movimiento posee energía cinética.*

Otra manera de ejemplificar la energía cinética es poner el caso de una pelota que se encuentra quieta en lo alto, detenida en las manos de una persona; esa pelota guarda una energía potencial gravitacional; en el momento en el que se suelta la pelota y esta inicia el movimiento, se presenta la energía cinética, la cual va aumentando conforme la pelota aumenta la velocidad a medida que se acerca al piso.



*Figura 18. Al tiempo que disminuye la energía potencial gravitacional aparecen otras formas de energía, como la cinética. Observe que la energía total que existe en la pelota al caer, siempre se conserva.*

Una bala disparada por un arma, una persona desplazándose, una roca al caer, un ciclista en movimiento, son ejemplos de cuerpos que tienen energía cinética.

La energía cinética depende de la masa y de la velocidad del cuerpo y crece más con los aumentos de velocidad que con los aumentos de masa.

Por ejemplo: si tenemos dos automóviles del mismo tamaño desplazándose, y uno de ellos tiene mayor velocidad, ¿cuál de los dos tendrá mayor energía cinética? La respuesta es el que tiene mayor velocidad.

Otro caso sería si tenemos un camión de dos toneladas a una velocidad de 50 km/h y un automóvil pequeño que corre a la misma velocidad, ¿cuál de los dos tendrá mayor energía cinética? Por supuesto, el de mayor masa, ya que si se impactaran contra un obstáculo sería más destructivo el golpe que daría el camión que el del automóvil.

Si un cuerpo tiene una determinada velocidad y ésta se duplica, al tiempo que la masa se reduce a la mitad, el resultado es un aumento en la energía cinética, porque es mayor la influencia del valor de la velocidad (ya que ella va al cuadrado) que el de la masa.

Por lo tanto la energía cinética ( $E_c$ ) de un cuerpo va a depender del producto de su masa ( $m$ ) por su velocidad al cuadrado ( $V^2$ ).

Para calcular la energía cinética de un cuerpo se utiliza la siguiente fórmula (por tratarse de una energía, la energía cinética se da en julios):

$$E_c = (m \cdot v^2) / 2$$

Se necesita calcular la energía cinética de un caballo de 300 kg de masa cuando se encuentra andando a una velocidad cuyo valor es de 30 km/h (8.33 m/s); para resolver este problema se procede así:

Datos	Fórmula	Sustitución
$E_c = ?$ $m = 300 \text{ kg}$ $v = 30 \text{ km/h}$	$E_c = [m \cdot v^2] / 2$	$E_c = [(300 \text{ kg})(8.33 \text{ m/s})^2] / 2$  $E_c = [(300 \text{ kg})(8.33 \text{ m/s})( 8.33 \text{ m/s})] / 2$ $E_c = [(300 \text{ kg})(69.39 \text{ (m/s)(m/s)})] / 2$ $E_c = [(20 817 \text{ kg)(m/s)(m/s)}] / 2$ $E_c = (10 408)( \text{kg} \cdot \text{m/s}^2)(\text{m})$ $E_c = 10 408 \text{ N} \cdot \text{m}$ $E_c = 10 408 \text{ julios}$
		<b><math>E_c = 10 408 \text{ J}</math></b>



*Figura 19. La energía cinética de un cuerpo varía según su masa y su velocidad.*

## 7.9 LEY DE LA CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA

### Corresponde a la sesión GA 7.75 (72.2-F) SÓLO SE TRANSFORMA

Gottfried Leibniz (alemán) y Cristián Huygens (holandés) efectuaron una serie de experimentos consistentes en hacer chocar pelotas bajo ciertas condiciones: encontraron que en las colisiones se presentan dos propiedades; en la primera había una magnitud a la que llamaron “**vis viva**” (fuerza viva) que siempre se conservaba (antes y después del choque). En la segunda otro tipo de magnitud no se conservaba, aunque la temperatura de las pelotas aumentaba.

Al parecer, entonces Leibniz y Huygens encontraron que controlando ciertas condiciones, la **fuerza viva**, muy parecida a la **energía mecánica (cinética más potencial)**, se conservaba. Hoy sabemos que la “vis viva” no se conserva: esa pérdida de “vis viva”, antes y después del choque, era la que producía el calor, manifestado en el aumento de temperatura de los cuerpos.

La pérdida irremediable de energía debida a la fricción es la que impide la fabricación de una máquina de movimiento perpetuo.



**Figura 20.** Se ha buscado construir una máquina de movimiento perpetuo, pero debido a la fricción no se ha logrado.

Tuvieron que pasar 150 años para que James Joule (inglés) inventara un mecanismo que midiera la energía transformada en calor como consecuencia de la fricción.

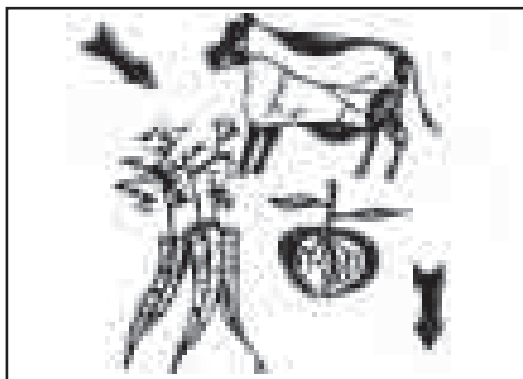
Hoy en día, es posible efectuar experimentos en los que, tomando en cuenta la parte de energía transformada por la fricción, se haga un balance de la energía antes y después del experimento; se representa así:

$$\left( \begin{array}{c} \text{ENERGÍA TOTAL ANTES} \\ \text{DE UN FENÓMENO} \end{array} \right) = \left( \begin{array}{c} \text{ENERGÍA TOTAL DESPUÉS} \\ \text{DE UN FENÓMENO} \end{array} \right)$$

A lo largo de las investigaciones, algunos físicos buscaron fenómenos en los cuales este principio no fuera válido; sin embargo, siempre se encontró que al contar las pérdidas de energía por fricción y sumársela a la energía mecánica después de un cambio (fenómeno) determinado, era igual a la energía mecánica antes del fenómeno.

En consecuencia, la energía mecánica antes de un choque es igual a la energía mecánica más la calórica, después del choque.

Existe una ley que se utiliza para explicar y predecir los fenómenos naturales conocidos hasta la fecha; no se sabe que exista alguna excepción acerca de este hecho, que es muy sencillo de recordar: se llama **ley de la conservación de la energía** y establece que existe cierta cantidad de energía, que no varía con las múltiples transformaciones que ocurren en ella y en la naturaleza.



**Figura 21.** La energía no se crea ni se destruye, se transforma.

Esta ley sirve para entender mejor muchos de los procesos que estudia la física y la química y se puede enunciar de la siguiente manera:

La energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma.

Si realizamos un proceso fisicoquímico, en cierto sistema, de tal manera que podemos controlar el intercambio de energía calórica entre este sistema y el medio que lo rodea, permitiendo el mínimo de transferencia, la cantidad de energía total en ese sistema permanece prácticamente constante, aunque sucedan muchos cambios de energía en su interior, lo cual llevó al enunciado de la ley de la conservación de la energía: *la energía total de un sistema (aislado energéticamente de otro) es siempre constante, aunque puedan ocurrir transformaciones de energía de una forma a otra dentro del sistema.*

Una analogía con lo anterior se presenta cuando varios jugadores de póquer entran en una sala. Si este lugar no tiene intercambio monetario con el medio que les rodea, la sala es un sistema aislado monetariamente. Durante el juego hay intercambio de monedas, de pesos, de dólares, de fichas; algunos ganan, otros pierden, pero la cantidad de dinero total dentro de este sistema permanece constante.

## **7.10 LA MATERIA ES ENERGÍA**

### **Corresponde a la sesión de GA 7.76 (73.2-F) ETERNAMENTE ENERGÉTICA**

La materia presente en la naturaleza tiene diversas formas, estados y comportamientos que son estudiados por diferentes ciencias, como la biología, la química y la física; uno de ellos es el movimiento, el cual ha sido explicado por una de las ramas de la física llamada mecánica, y por sus divisiones (estática, dinámica y cinética).

Uno de los estudios realizados por Isaac Newton dentro de la dinámica, lo llevó a formular tres leyes que son: la de la inercia, la de las aceleraciones y la de la acción y reacción, que explican el movimiento de los cuerpos. Éstas rigen el movimiento desde las partículas muy pequeñas hasta los movimientos de los cuerpos grandes, como el movimiento de los cohetes espaciales, incluso son aplicables a los cuerpos que forman nuestro sistema solar. Estas leyes explican y predicen, con satisfacción, el comportamiento del movimiento de los cuerpos cuando éstos tienen velocidades muy pequeñas en comparación con la velocidad de la luz, que es la máxima velocidad hasta ahora medida o predicha en el Universo.

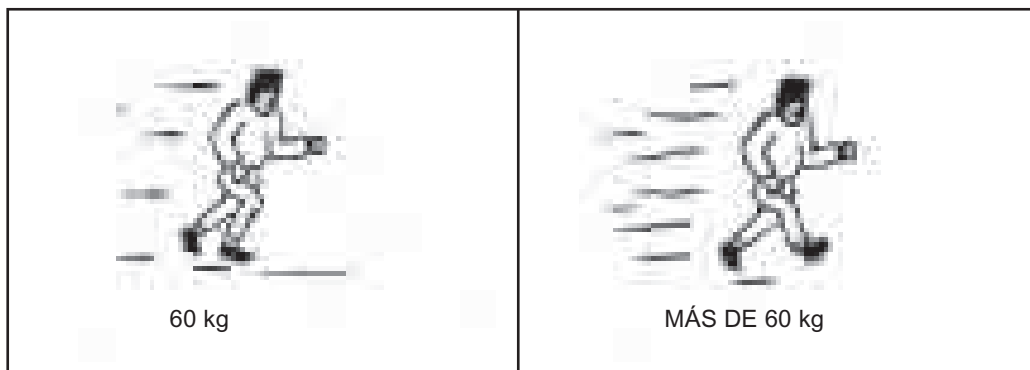


**Figura 22.** (a) Los cohetes al salir de la Tierra lo hacen con una velocidad mínima de 40 000 km/h, denominada velocidad de escape. (b) Figura de Albert Einstein, uno de los científicos más brillantes en el siglo XX.

Albert Einstein, uno de los científicos más brillantes de la historia, nacido en Alemania, se hizo varias preguntas, y algunas de sus repuestas siguen vigentes en el campo de la física y la química.

Einstein sabía que la masa de un cuerpo que se mueve varía con el valor de la velocidad del cuerpo, tomada esta con referencia al observador que está haciendo las medidas y cálculos para determinar el valor de la masa. Si la velocidad es muy pequeña, en comparación con la de la luz, que es de 300 000 km/s, el cambio en la masa del cuerpo es prácticamente cero; pero se preguntó qué ocurriría con la masa de este mismo cuerpo si se desplazara a la velocidad de la luz. Sus cálculos lo llevaron a pensar que conforme un cuerpo viajara acercándose a la velocidad de la luz su masa es cada vez mayor.

Utilizando este argumento, se calcula que un cuerpo cuya masa es de 100 kg, que se mueve a una velocidad de 150 000 km/s aumentará su masa en un 15% del valor que tiene cuando está en reposo, es decir, a esa velocidad tendrá una masa de 115 kg; una persona con una masa de 70 kg que viaje al 98% de la velocidad de la luz verá aumentada su masa a 350 kg. De esto se deduce que ningún cuerpo puede viajar a la velocidad de la



**Figura 23.** Cuando un cuerpo aumenta su velocidad, su masa (no su cantidad de materia) se aumenta, este aumento es más notorio cuanto más se acerca a la velocidad de la luz.

luz y menos a una velocidad superior, porque si llega a alcanzarla, hecho que es imposible para todo cuerpo o partícula, su masa se hace infinitamente grande.

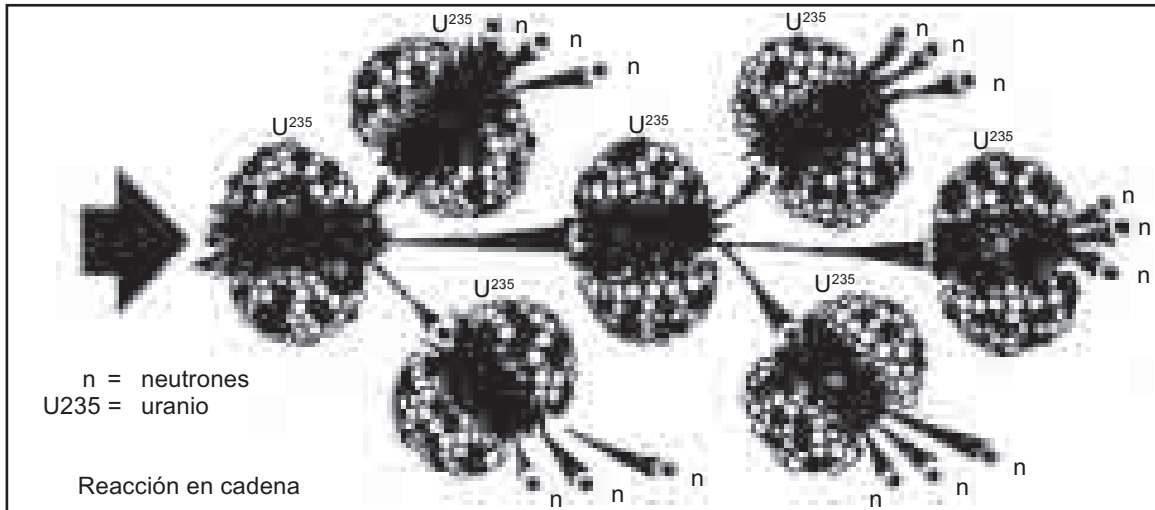
El que la masa de un cuerpo se haga infinitamente grande, significa que no hay fuerza alguna, por muy grande que sea, capaz de hacerle aumentar su velocidad; de ninguna manera quiere decir que la cantidad de materia del cuerpo se hizo infinitamente grande, porque como hemos dicho en varias oportunidades, la masa de un cuerpo no es la cantidad de materia que tiene un cuerpo, sino que en cierta forma, **la masa mide que tanta fuerza hay que aplicarle a los cuerpos para generar en ellos cierta aceleración.**

En el libro de R. Stollberg, *Física*, puede leerse: "... al salir de la Tierra llevan una velocidad de unos 40 000 km/h (11.1 km/s). A esta velocidad la materia debe incrementar su masa sólo tres cuartas partes de una diezmillonésima de uno por ciento del total de la masa". Tomando en cuenta lo anterior, a las naves más rápidas construidas por el ser humano (los cohetes), las leyes de Newton son aplicables, pero la teoría de Einstein es mucho más detallada por tener en cuenta la pequeñísima variación en la masa del cohete. Depende lo sofisticado del proyecto y su delicadeza para decidir si se tiene en cuenta esta pequeñísima variación de la masa o no.

Einstein planteó que existe una equivalencia entre la masa de un objeto y la energía, es decir, la materia es una forma de energía. Así, para que un cuerpo aumente su masa es necesario agregar energía para que se almacene en el cuerpo; si le quitamos energía, le estamos quitando masa, como sucede con el Sol que pierde grandes cantidades de materia por segundo, como consecuencia de la energía que envía al exterior.

Los científicos, al experimentar con partículas atómicas, han logrado bombardear con neutrones el núcleo de elementos radiactivos como el plutonio y el uranio 235, rompiendo sus átomos y transformando una porción de su materia en energía térmica, confirmando así las ideas de Einstein.





**Figura 24.** Los átomos de uranio 235 son bombardeados, haciendo que su masa cambie y parte de su materia se convierte en energía.

La equivalencia entre la energía y la masa de un cuerpo, creada por Einstein, se puede representar con la siguiente fórmula:

$$E = m \cdot c^2$$

En donde:

E: representa la energía;

m: la masa de la materia que se transforma en energía y

c: la velocidad de la luz, 300 000 km/s.

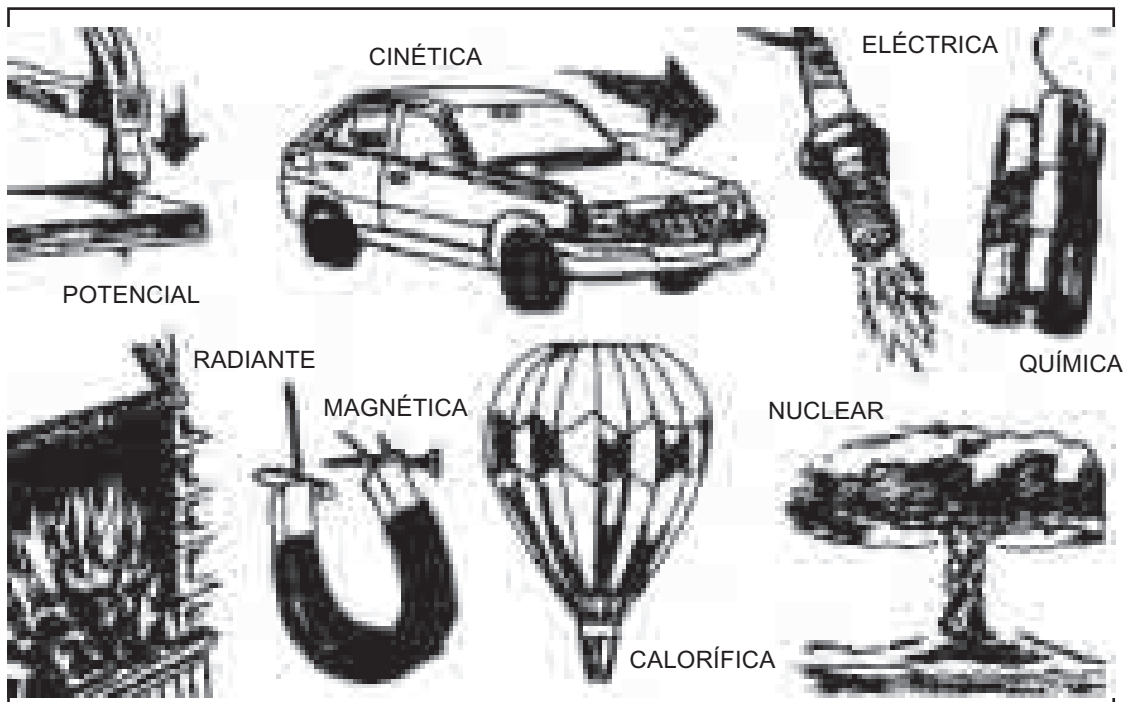
## 7.11 TRANSFORMACIÓN DE LA ENERGÍA

**Corresponde a la sesión de GA 7.77 (74.2-F) ¡HAGAMOS ENERGÍA! I**

La televisión, la radio, los relojes, los ventiladores, los automóviles y los ferrocarriles, entre otros mecanismos, funcionan gracias a los diversos tipos de energía que utilizan.

De la energía se puede decir que es aquello capaz de realizar trabajo y que adquiere formas distintas; el trabajo se realiza cuando la energía pasa de una a otra forma.

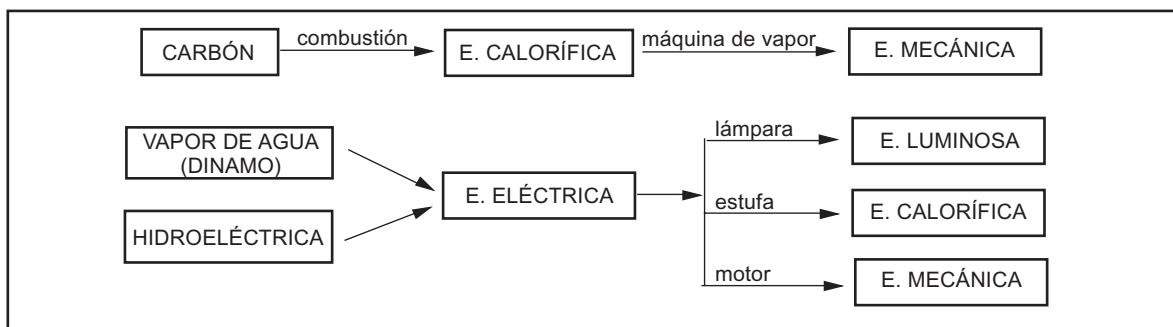
El avance tecnológico ha permitido a las sociedades humanas generar nuevas y variadas formas de energía a partir de otras como la eléctrica, la química, la térmica, la hidráulica, la atómica y la nuclear.



**Figura 25.** Diferentes tipos de energía.

En la figura 26 se esquematizan estos cambios, en ella se observa el caso del carbón que, al momento de quemarse, genera luz y calor, con éste fácilmente se puede calentar agua y hacerla hervir. El producto de la ebullición será vapor de agua, que se conduce a través de tuberías que llegarán a la maquinaria de un tren, un barco, e impulsarán sus motores; parte del producto final se manifestará en movimiento del navío, del ferrocarril, de la termoeléctrica o de cualquier máquina de vapor.

La energía eléctrica proviene de diversas formas, sobresaliendo dos de ellas: la primera es muy semejante a la que se origina en la máquina de vapor, solamente que, en lugar de entrar en la máquina, lo hace una dinamo o generador eléctrico, que al girar convierte energía cinética a eléctrica. La segunda es mediante la utilización de las caídas del agua,



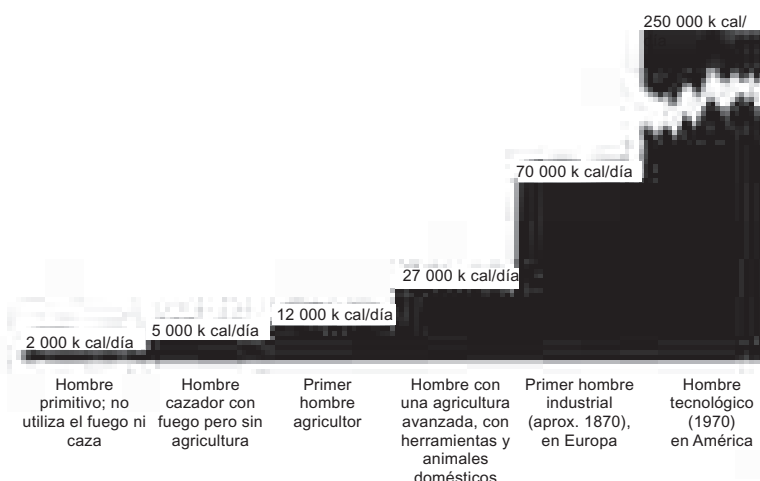
**Figura 26.** Transformaciones en diversas formas de energía.

ya sean de las presas o de las cataratas, que con la energía cinética que tienen al llegar a la parte más baja, allí mueven las turbinas a gran velocidad convirtiéndose en energía eléctrica, que será transportada a través de los cables de conducción.

Finalmente, la energía eléctrica servirá para hacer funcionar una bombilla que a su vez la convertirá en energía lumínica y en energía calórica, y así se pueden mencionar múltiples casos de transformación de un tipo de energía a otro.

Algunas naciones en la actualidad pueden utilizar mucha energía, otras poca energía para el quehacer de su población; esto dependerá de su poder económico, tecnológico y político que hayan podido crear o desarrollar dentro o fuera del país.

En la figura 27<sup>1</sup> se observa cómo han aumentado las necesidades energéticas de la humanidad a través de la historia.



**Figura 27.** A través de la historia el ser humano ha ido requiriendo mayor cantidad de energía.

<sup>1</sup> Gonzalo Hurtado, Enrique Soler, Ed. Alhambra, Madrid, 1984, p. 2.

## ENERGÍAS ALTERNATIVAS

En los últimos cien años la demanda de energía ha sido enorme. El uso de combustibles fósiles a gran escala trae consigo problemas que se pueden paliar de dos maneras: por un lado, hacer mejor uso de los combustibles y fuentes energéticas (como el agua) disponibles, es decir, no desperdiciarlos, y por otro, recurrir a fuentes alternativas de energía. La crisis de la energía ha planteado grandes problemas a la humanidad pero también ha estimulado la capacidad creativa de hombres y mujeres de ciencia, que trabajan a marcha forzada para encontrar eficaces sustitutos del oro negro. El petróleo, ese recurso natural no renovable, ha iniciado su período de extinción y con ello el ser humano se enfrenta a una nueva era en la que deberá utilizar otras fuentes de energía que cambiarán la estructura social y económica del mundo.

-1-

*Atenuar o aliviar un sufrimiento físico o moral. Remediar, aliviar.*

*Otras fuentes de energía, inagotables para los próximos millones de años.*

*El mismo petróleo, combustible fósil, aceite mineral, no refinado, llamado así por el poder económico y por su color; compuesto por hidrocarburos. El petróleo junto con el carbón y el gas natural son los llamados combustibles fósiles. Se formaron con la acción conjunta de bacterias y de la presión en los minúsculos organismos que se acumularon en el interior de la Tierra. Estos organismos conservan la energía del Sol transformada en energía química.*

Los científicos coinciden en señalar que las futuras fuentes de energía será la proveniente de la energía solar, el calor del interior de la Tierra, la eólica, la cinética del agua en el mar y la fusión nuclear, esta última, sobre todo, implica nuevos problemas.

Estas fuentes energéticas actuales deberán aprovecharse al máximo porque las necesidades de energía aumentarán en proporción geométrica y la demanda no podrá detenerse. Por ello los científicos, al tiempo que buscan nuevas fuentes de energía, también se preocupan por encontrar tecnologías que permitan hacer uso racional de las existentes.

-2-

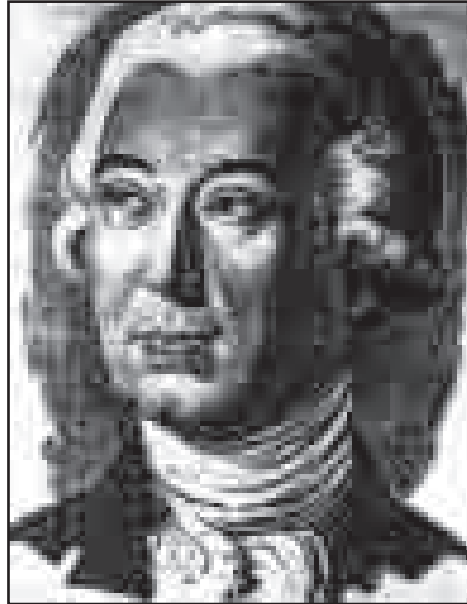
La unión de varios núcleos atómicos ligeros para formar uno solo, de masa más elevada: la fusión de los elementos ligeros es una fuente considerable de energía. Por ejemplo en el Sol, constantemente se están fusionando dos átomos de hidrógeno para producir uno de helio y liberar gran cantidad de energía. Numerosos países han realizado investigaciones sobre la utilización de la energía nuclear, que se da a través de la fusión nuclear.

Energía del viento, una turbina experimental que para su movimiento utiliza el viento produjo 100 kilovatios de potencia. Esto significa que por cada segundo produce cien mil julios de energía.

Existe el proyecto de una estación satélite de energía solar, es otra de las creaciones de los científicos que aseguran que convertirán la energía solar en electricidad. En los apartamentos de Ciudad Tunal en Bogotá, se utilizan placas solares para calentar el agua. Por medio de la tecnología, hoy contamos con calculadoras que utilizan la energía solar en vez de pilas.

# LECTURAS COMPLEMENTARIAS

## HISTORIA DE LA CIENCIA



### LAVOISIER Y LA POLÉMICA DEL FLOGISTO

Cuando se quema un cuerpo, por ejemplo un trozo de madera, las cenizas pesan menos que la sustancia original. Los antiguos suponían que con la combustión el cuerpo perdía un elemento indivisible denominado “flogisto” y que a partir de ese momento la sustancia, privada de ese ingrediente, ya no podía arder. Si se reflexiona bien se comprueba que los estudiosos antiguos tomaban a los elementos por un compuesto y a los compuestos por un elemento. Por ejemplo, al arder el magnesio ellos suponían que lo que nosotros consideramos que es el “elemento” magnesio incluía flogisto, y era por lo tanto un compuesto; y que una vez que había ardido, lo que nosotros consideramos óxido de magnesio (compuesto) era una sustancia simple, pues el flogisto se había evaporado en el aire.

Es excesivo quizás decir que Lavoisier descubrió el oxígeno. Antes que él, conocieron su existencia Scheele y Priestley, aunque no entrevieron claramente su papel en la combustión. Pero lo extraordinario de Lavoisier es que planeó su obra desde el principio. Introdujo el uso sistemático de la balanza, definió la materia como algo que pesa, y en definitiva creó la química moderna porque ésta nunca hubiera progresado sin volverse cuantitativa. En primer lugar Lavoisier demostró, mediante la balanza, que cuando un cuerpo se quema incorpora algún elemento del aire, porque el producto final es más pesado que antes de la combustión, si se conservan los gases que habitualmente se disipan en el aire. Luego combinó estaño con oxígeno y mostró que la masa total, es decir, el peso del óxido del

estaño más el aire residual, no cambiaba. En 1777 realizó la experiencia más célebre: la de oxidar el mercurio. Al calentar una retorta llena de aire, éste se dilataba y burbujeaba como lo muestra la ilustración, en un tubo con algunos gramos de mercurio. Se forma así óxido de mercurio rojo. Al cabo de doce días, la reacción se había detenido a pesar de quedar aún mercurio sin oxidar por una parte, y de sobrar “aire” en la retorta, por la otra. Lavoisier dedujo inmediatamente las consecuencias: el aire debía componerse de un gas activo y de un gas inerte: hoy sabemos efectivamente que el aire es una mezcla de una parte de oxígeno y cuatro partes de nitrógeno principalmente.



*Figura 1. Instalación de Lavoisier para el famoso experimento con el que demostró el papel sumamente importante que desempeña el oxígeno en el proceso de la combustión.*

Una vez analizado el aire, razonando por analogía asimiló el calor animal a una combustión. Esto lo llevó a pensar en la respiración como en una asimilación de oxígeno; y aunque no le dio el nombre ni pudo identificarla químicamente en la práctica, descubrió la hemoglobina, que toma el oxígeno en los pulmones y lo lleva a los tejidos “para que allí se efectúe la combustión”, como Lavoisier mismo lo dice explícitamente. Todo esto lo llevó a medir las cantidades de calor que se desprendían y por eso también Lavoisier se transformó en el padre de la calorimetría. También anunció la ley de la conservación de la masa. Lavoisier era de familia acomodada y recibió una formación científica. Desde muy joven publicó memorias y obtuvo premios. Se ocupó de los temas más diversos, a veces vinculados a sus funciones, escribiendo por ejemplo obras sobre la recaudación de impuestos. Fue decapitado (casi por accidente, pues no se ocupaba de cuestiones políticas) a los 50 años de edad. No se puede dejar de pensar en lo que quizá hubiera descubierto si hubiese sobrevivido. Lo cierto es que trazó el plan que luego seguiría Pasteur, con respecto a las relaciones entre los organismos y la atmósfera.

## DALTON Y SU TEORÍA ATÓMICA

Hoy está perfectamente demostrada la teoría de que la materia se halla constituida por partículas diminutas que no pueden dividirse (por procedimientos químicos) en otras más pequeñas. Sin embargo, hace poco más de 150 años que Dalton formuló, por primera vez, esta teoría atómica.



*Figura 2.*

Filósofos de las más antiguas civilizaciones – particularmente, el pensador griego Demócrito (460 – 370 años a. C.) –, admitían que la materia estaba constituida por cierto tipo de partículas elementales o átomos. Así, el concepto de átomo no era completamente nuevo, pero se debió a Dalton el desarrollo del mismo, definiendo más detalladamente lo que él entendía por átomo. Dalton aclaró el camino para que los químicos que le siguieron adquiriesen una idea más clara acerca de la constitución de las sustancias y del mecanismo de las relaciones químicas.

Introdujo, en su teoría, algunas ideas importantes y nuevas. Dijo que todos los átomos de un mismo elemento son idénticos entre sí y particularmente tienen la misma masa. Sin embargo, los diferentes elementos tienen átomos de distinta masa, siendo, por tanto, la masa atómica una característica propia de cada elemento. Dalton también estableció que, cuando tiene lugar una combinación química, son pequeños los números totales de átomos que se unen entre sí.

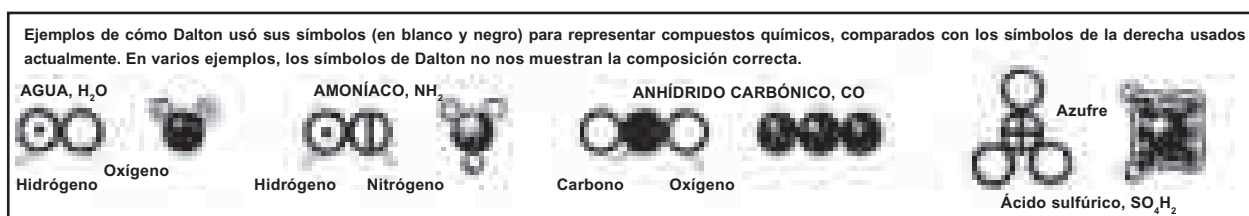
Excepto por la ligera modificación que fue necesario introducir tras el descubrimiento de los isótopos, la *teoría daltoniana* se acepta, hoy, en líneas generales.



Sus diversos puntos son, sin embargo, tan familiares, como las leyes químicas básicas de la *conservación de la masa y de las proporciones múltiples*.

Dalton concibió su teoría atómica durante la primera década del siglo XIX. En aquella época era virtualmente imposible hacer medidas precisas, puesto que los aparatos de que se disponía eran todavía demasiado primitivos. Lo más notable de la teoría de Dalton es que ha resistido la prueba del tiempo. Aunque desarrolló una serie completa de experimentos para probar todas las partes de la misma, los errores experimentales introducidos fueron tan grandes, que no pudo pretender, en ningún momento, haberla probado definitivamente.

Otra importante contribución que Dalton hizo a la química fue la idea de presentar, visualmente, los compuestos químicos. Usó un distintivo circular para representar el átomo de cada elemento (el hidrógeno era un círculo con un punto en el centro, mientras que un círculo, con una línea vertical, significa un átomo de nitrógeno).



**Figura 3.**

Dalton nació en el seno de una familia cuáquera, en Eaglesfield, pueblo del distrito de los Lagos (Inglaterra). En 1776, cuando contaba sólo 10 años de edad, entró al servicio de Eliu Robinson, un acaudalado cuáquero que le enseñó matemáticas. En 1781, después de una breve temporada enseñando en la escuela del pueblo, se fue con su hermano, que era profesor de una escuela de Kendal, Inglaterra.

Durante este período, inició un diario de observaciones meteorológicas, que continuó durante el resto de su vida. También coleccionó mariposas, y reunió un gran número de plantas, formando un gran y ordenado herbario.

En 1793, se trasladó a Manchester. Al principio, enseñó matemáticas y filosofía natural, en el *New College*, pero, después de seis años dimitió, y dedicó su vida a la investigación, que financiaba dando clases particulares. Murió en 1844, habiendo hecho una de las mayores contribuciones al avance de la química teórica. Gracias a él, una vaga hipótesis se transformó en una teoría definida.

## BOHR Y SU MODELO ATÓMICO



*Figura 4.*

Niels Henrik David Bohr, nació en 1885. Su padre era profesor de fisiología en la Universidad de Copenhague (Dinamarca). En 1903, ingresó Bohr en dicha universidad, y, ocho años después, salía de ella con el título de doctor y un enorme interés por los problemas teóricos relativos al átomo.

Bohr es un sabio de nuestro tiempo. Murió el 18 de noviembre de 1962. Desde muy joven hasta los últimos días de su existencia, Niels Bohr mostró un enorme interés y una incansable actividad en la solución de los problemas más importantes de la física moderna.

En 1911, Bohr llegó a Inglaterra para trabajar en el Laboratorio Cavendish de Cambridge, bajo la dirección de J. J. Thomsom. Por entonces, los físicos que trabajaban en aquel laboratorio concebían al átomo, de acuerdo con otros muchos físicos del mundo, como una esfera cargada positivamente, que contenía los electrones (cargas eléctricas negativas), los cuales se movían dentro de la esfera, y en número tal que el átomo quedaba eléctricamente neutro.

Al cabo de pocos meses, Bohr se trasladó a Manchester, en donde Rutherford, uno de los mejores físicos del momento, era profesor de física. Rutherford había demostrado, experimentalmente, que el átomo tenía un núcleo pesado de pequeño volumen y cargado positivamente, el cual estaba rodeado por los electrones. Pero las características de los espectros atómicos no podían ser explicadas sobre la base del átomo de Rutherford. (El espectro es una imagen formada por un conjunto de rayas coloreadas obtenidas al hacer pasar la incandescencia de una sustancia a través de un prisma). De acuerdo con su modelo, los electrones giraban alrededor del núcleo, cargado positivamente y la atracción

electrostática compensaba la fuerza centrífuga. La teoría electromagnética clásica exigía, sin embargo, que toda carga eléctrica acelerada debería emitir radiación continua. Si esta radiación continua tuviese lugar, los electrones, entonces, describirían un espiral descendente y caerían al núcleo. El átomo de Rutherford era, por tanto, inestable, de acuerdo con los principios de la mecánica clásica. Por otro lado, la emisión espontánea que predecían las leyes de la teoría electromagnética no tenía, de hecho, lugar. Bohr se dedicó a plantear y estudiar los problemas teóricos que el átomo de Rutherford llevaba consigo, con el objeto de proponer un modelo atómico que se ajustase a los hechos experimentales conocidos entonces, y, particularmente, a la evidencia que con el empleo del espectroscopio se había acumulado empíricamente, analizando los espectros de elementos conocidos.

La teoría de Bohr puede resumirse en los dos puntos siguientes:

1. Los electrones sólo pueden ocupar ciertas capas en órbitas, dentro del átomo. A los electrones de una determinada órbita les corresponde una energía bien definida.
2. Cuando un electrón salta desde una a otra de las órbitas permitidas de un átomo, éste emite luz. Puesto que cada órbita representa un determinado estado energético, a la transición producida le corresponde un incremento de energía bien definido. Este cambio en la energía del electrón conduce a la emisión de luz de una determinada frecuencia, la cual es proporcional a la diferencia entre las energías de los niveles inicial y final.

Cuando se aplicaron estas ideas al átomo de hidrógeno, que es el átomo más simple, ya que está constituido por un solo electrón girando alrededor del núcleo, se encontró que proporcionaban, exactamente, el mismo espectro que se había medido de un modo experimental. Nueve años después, en 1922, Bohr recibía el premio Nobel de física, por su interpretación del espectro del hidrógeno, basada en su modelo atómico.

La importancia de este revolucionario modelo atómico no necesita ser comentada, y su inmediata aplicación para explicar el espectro del hidrógeno ha sido calificada como uno de los mayores triunfos de la física. Desde 1913, y con sólo unas modificaciones efectuadas en la tercera década del siglo pasado, el modelo atómico de Bohr ha sido fundamental en la descripción de los procesos atómicos. Durante estos años, fueron explicándose, progresivamente, muchos fenómenos no totalmente comprendidos o interpretados: la estructura de los espectros de otros elementos, los procesos de absorción y emisión luminosa, la formación del sistema periódico de los elementos, las propiedades periódicas de las 92 especies atómicas entonces conocidas, etcétera.

En 1920, fue fundado el Instituto de Física Teórica de Copenhague, del que Niels Bohr fue nombrado director, centro que desde entonces ha permanecido a la vanguardia de la física teórica nuclear.

Los mejores físicos del mundo hacían frecuentes visitas a este instituto, para discutir con Bohr las modificaciones de su teoría.

Niels Bohr, el modesto físico danés que nació antes de que la radiactividad fuese descubierta y que llegó a ser una máxima autoridad en el estudio de las leyes fundamentales del átomo, murió en noviembre de 1962.

## ISAAC NEWTON, UN GIGANTE EN HOMBROS DE GIGANTES



*Figura 5.*

Con Isaac Newton vamos a encontrar uno de aquellos grandes genios que hacen evolucionar la ciencia con tanta rapidez, que el simple observador de una época determinada cree asistir a una verdadera revolución. Es que, después de una época de calma o de lenta evolución, en que la humanidad cree haber alcanzado la cumbre de la ciencia, cuando un genio descubre repentinamente horizontes nuevos, se cree que una ciencia nueva aparece, que la antigua se derrumba y se desprecia el saber anterior. Sin embargo, si se retrocede en el tiempo, es frecuente descubrir el germen de las ideas nuevas, y observar, a lo largo de los siglos, sugerencias y planteamientos encadenados unos a otros, tal vez desde los antiguos filósofos hasta el “concepto revolucionario” que no determina sino un grado más de la evolución del saber humano. Galileo, Newton o Descartes fueron considerados promotores de supuestas revoluciones científicas, pero volveremos a ver que Newton, como los otros, tuvo precursores y que su obra genial consiste, como la de los otros, en haber hecho madurar con la luz de su genio, ideas que, desde mucho tiempo atrás, germinaban lentamente. Por eso Newton se expresó diciendo “...si yo he visto tan lejos es porque me apoyé en hombros de gigantes”.

Isaac Newton nació en Woolsthorpe, pueblito del condado de Lincoln (Inglaterra), el 25 de diciembre de 1642 y murió en Kensington, cerca de Londres, en 1727. Hijo de terratenientes medianamente acaudalados, fue un niño de delicada salud y, como Kepler, nació antes de término, lo que hizo prever una vida corta e inútil, todo lo contrario de lo que fue en realidad esa larga y robusta vida de ochenta y cuatro años, enteramente dedicada al estudio y sumamente bienhechora para la humanidad.

Su padre murió antes de verlo nacer y su madre, que volvió a casarse a los pocos años, confió la educación del niño a su abuela. Su carácter pensativo y estudioso y particularmente su gran habilidad para construir toda clase de máquinas, demuestran que tenía natural disposición para la gloriosa carrera de pensador y experimentador que lo esperaba. Esta época de la vida del sabio fue sin duda la más feliz.

Newton conoció a la señorita Stora, que fue su primer amor, amor no correspondido, cuyo amargo recuerdo fue considerado por algunos como la causa de su vida solitaria.

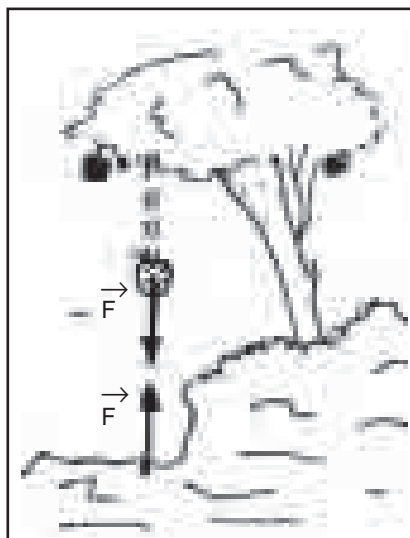
Newton continuó sus estudios, en 1660, en el Colegio Trinidad de la Universidad de Cambridge. Pese a su preparación escolar inferior al nivel normal, el joven conquistó fácilmente los títulos de bachiller y maestro en artes, y se hizo amigo del profesor Barrow, quien, en 1669, renunció a su cátedra en su favor. Es en Cambridge y antes de empezar a profesar, que Newton concibió sus principales ideas, creó el binomio que lleva su nombre, muy conocido en matemáticas.

Abandonó por unos meses Cambridge, durante la gran epidemia de peste (1666), y se trasladó a su propiedad de Woolsthorpe donde, debiendo interrumpir sus habituales experimentos por falta de laboratorio se entregó a meditaciones sobre el sistema de los mundos. Según la ingenua leyenda, fue allí que, al ver una manzana caer de un árbol, pensó en la influencia de la atracción en los movimientos celestes. Aun si esta simple fábula tuviera algo de verdad (pues el ejemplo de la manzana figura también en las obras de Kepler que Newton conocía perfectamente), el hecho casual de la manzana sólo podría haber sido causa de dirigir las meditaciones del sabio hacia la gravedad, que era “problema de actualidad”, ya que hemos visto, por afirmaciones de varios sabios, que la hipótesis de la gravitación universal estaba en aquel momento “a punto de nacer”.

Al año siguiente, construyó el telescopio y que le valió el honor de ser elegido individuo de la Sociedad Real.

En los primeros meses de 1727 agobiado desde hacía varios años por grandes sufrimientos que soportó con extraordinaria resignación, el excelso sabio sucumbió a un ataque de piedra.

Newton era tímido hasta la cobardía, abrumado quizás por las constantes alabanzas de los más grandes hombres de su tiempo y las bajas adulaciones de los oscuros aspirantes



**Figura 6.**

a la gloria. Era distraído al exceso, como lo fueron muchos grandes hombres cuyas preocupaciones científicas absorbían sin cesar su espíritu. Llevaba vida retraída, honesta y exenta de agitaciones.

En las tres grandes leyes de Newton, la atracción universal y el cálculo infinitesimal, tuvo precursores y contradictores que trató con poca honestidad.

Newton no estableció un método nuevo de investigación, pero supo unir con prudencia el razonamiento, el experimento, el análisis y la síntesis, la inducción y la deducción, para investigar las causas de los fenómenos ya conocidos, yendo ya del hecho a la causa, ya de la causa al hecho, no preocupándose casi exclusivamente como Galileo, en crear hechos nuevos por medio del experimento, ni pretendiendo, como Descartes, reconstruir mentalmente el Universo por simples deducciones lógicas de un principio “evidente”. Como Galileo fuera el fundador de la física experimental, Newton fue el fundador de la física matemática, y dio además a la ciencia aquella tendencia de generalización en leyes y principios que caracteriza los siglos XVIII y XIX.

Su mecánica se encuentra toda en sus magistrales *Principios matemáticos de la filosofía natural*, obra en tres tomos, publicada, por primera vez, en 1687. Allí se encuentra su pensamiento capital: la “Ley de la atracción universal”. Los filósofos antiguos señalaron los fenómenos de gravedad, pero atribuían ésta, como Aristóteles, a una “tendencia natural” de los cuerpos a acercarse a la Tierra.

Galileo estudió con detención la atracción de la Tierra, demostrando lo vano de la explicación aristotélica que atribuía “a los graves, un lugar bajo y a los leves un lugar alto”, y explicó que la Tierra ejerce una fuerza atractiva sobre todas las partes de los cuerpos, pero no sospechó, sin embargo, que esta fuerza pudiera extenderse fuera de nuestro planeta. Se acercaron también a esta creación: Copérnico, quien hablaba “de la tendencia natural con

que el Divino Arquitecto dotó las partes de la materia para hacerlas aptas a unirse y formar esferas”; Kepler, consideraba el Sol como un vasto imán y hablaba de la atracción entre todos los cuerpos. En tiempos de Newton, Hooke, Halley y Huygens, entre otros, abordaron muy sabiamente la cuestión de la atracción, pero ninguno llegó a demostrar y establecer matemáticamente su ley, como lo hizo Newton, con tanta exactitud que sirve de base segura para los trabajos astronómicos.

Newton pudo realizar esta creación trascendental, por un trabajo puramente teórico y basándose en las leyes del movimiento de Galileo, las leyes astronómicas de Kepler y la ley de la fuerza centrípeta de Huygens. Son estos tres grandes genios quienes deben ser considerados, pues, como verdaderos precursores de este gran principio de generalización científica.

Newton explica las leyes del movimiento planetario de Kepler como una de las consecuencias matemáticas de la ley de atracción universal. El estudio de la atracción gravitacional que Newton inició en 1665 y publicó en 1687, establece claramente la proporcionalidad inversa entre la fuerza y la distancia al cuadrado y la proporcionalidad directa entre la fuerza y la masa de cualquiera de los dos cuerpos; la constante de proporcionalidad fue medida experimentalmente muchos años después de darse su valor en forma teórica. Una vez establecidos los principios de la atracción universal, Newton los aplicó a todo el sistema planetario. Como él mismo lo dijera, Newton no imaginó hipótesis alguna sobre la razón de la atracción gravitacional.



*Figura 7. Kepler.*

Además de su trascendental creación de la atracción universal, Newton hizo otro gran progreso a la mecánica de Galileo, pues le dio “el enunciado formal de sus principios”, sintetizó y fijó los conceptos físicos de tal modo, que sus definiciones formaron hasta en nuestros días una especie de dogma, sólo atacado por teorías modernas como la de la relatividad de Albert Einstein.

Resumen de:  
Schurmann, Paul, *Historia de la física*, Editorial Nova, Buenos Aires.

## ALBERT EINSTEIN, EL GENIO CREADOR (1879-1955)

El universo de Newton funcionó sin problemas durante cerca de doscientos años.

Las teorías sobre el tiempo y la luz estaban ya a punto de desplomarse. Fue en 1881 cuando Michelson y Morley realizaron un experimento en que dirigieron la luz en direcciones diferentes y se sorprendieron al comprobar que, aunque moviesen el aparato, la velocidad de la luz no sufría ningún cambio. Este experimento iba en contra de las leyes de Newton; y por ese pequeño soplo en el corazón de la física, hacia 1900, los científicos empezaron a dudar y a inquietarse. Es cuando aparece la genialidad de Albert Einstein.

Albert Einstein, físico y matemático alemán, de origen judío y ciudadano estadounidense, premio Nobel de física en 1921, obtuvo el título de perito técnico de la Oficina de Patentes de Berna en 1901. En 1905 publicó la teoría de la relatividad restringida. Uno de los resultados de la aplicación de esta nueva teoría de observaciones a la mecánica de Newton es que desaparece la noción de tiempo absoluto, es decir, el tiempo no transcurre de la misma manera para todos, transcurre más lentamente para los cuerpos que se mueven con grandes velocidades; ellos envejecen menos que los que permanecen quietos con respecto al observador que está midiendo el tiempo; cuanto mayor es la velocidad mayor es la dilatación del tiempo; otro de los resultados de la teoría de la relatividad es que la masa crece con la velocidad; un ladrillo quieto y el mismo ladrillo con velocidad, cuando está quieto tiene menor masa, a pesar que la cantidad de sustancia permanece constante. Masa y energía dejan de ser dos entidades distintas, para convertirse en dos aspectos de una misma realidad; la masa se puede convertir en energía y la energía se puede convertir en masa, es como si la masa fuera una de las tantas formas en que se manifiesta la energía.



*Figura 8. Albert Einstein.*



Einstein presenta la paradoja de los gemelos, según la cual los gemelos se encuentran en un centro espacial, uno de ellos aborda una nave que viaja a alta velocidad, cercana a la de la luz. Si el que se queda en la Tierra pudiera ver el reloj del que va en la nave, vería girar sus manecillas muy lentamente; si después de muchos años el gemelo viajero regresa, la diferencia de edad y de envejecimiento celular es apreciable: el que se quedó en la Tierra estaría muy viejo comparado con su gemelo recién llegado.

En 1916 publicó la teoría general de la relatividad y la nueva teoría de la gravitación dentro del marco de la relatividad restringida.

La universal celebridad de Einstein, a pesar de que sus trabajos sean accesibles sólo a un reducido núcleo de especialistas, puede explicarse fácilmente: para el gran público personifica la potencia y las insólitas concepciones de la ciencia moderna.



*Figura 9.*

# GLOSARIO DE TÉRMINOS CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS

A continuación encontrarás una serie de términos científicos y tecnológicos y su respectivo significado. Cuando encuentres una palabra desconocida, antes de continuar la lectura búscala en el glosario, en un diccionario o en otro texto. Consulta con tu profesor(a), con tus compañeros(as) y con otras personas.

<b>Absorción</b>	Atracción ejercida por una sustancia sólida sobre un fluido (gas o líquido) con el que está en contacto, de modo que las moléculas de éste penetren en ella.
<b>Aceleración</b>	Es el cambio de la velocidad en determinada unidad de tiempo.
<b>Ácido graso</b>	Compuesto de naturaleza orgánica que forma parte de las grasas y es fuente de energía para los seres vivos.
<b>Adsorción</b>	Retención de átomos o moléculas en la superficie de una sustancia.
<b>Afluente</b>	Que afluye: el río del Cauca es afluente del río Magdalena.
<b>Agrimensura</b>	Arte de medir el área de la superficie de los terrenos.
<b>Alambique</b>	Aparato para destilar líquidos, formado por una caldera donde éstos hierven y un serpentín en el que se condensan los vapores.
<b>Analogía</b>	Relación de semejanza entre cosas distintas.
<b>Arco</b>	Posición de una circunferencia.
<b>Átomo</b>	Partícula que constituye la menor cantidad de materia posible que puede existir de un elemento químico, y que conserva sus propiedades. Su carga eléctrica es neutra, ya que tiene el mismo número de electrones que de protones.
<b>Bate</b>	Bastón o pala de madera, más grueso en su extremo que en la empuñadura, que sirve para golpear la pelota en los juegos de béisbol, cricket, etcétera.
<b>Biocompuesto</b>	Compuesto que forma parte de los seres vivos

<b>Biodegradable</b>	Sustancia susceptible de biodegradación, es decir, que puede ser descompuesta por acción de microorganismos.
<b>Bioelemento</b>	Elemento químico que se encuentran formando parte de los seres vivos.
<b>Cambio físico</b>	Modificación de la materia en la que ésta no sufre alteración de su naturaleza. Los cambios físicos más conocidos son los cambios de estado.
<b>Cambio químico</b>	Modificación de una sustancia en la que se altera su naturaleza, produciéndose nuevas sustancias con propiedades diferentes a la que les dio origen.
<b>Carga eléctrica</b>	Cantidad de electricidad que poseen los cuerpos.
<b>Genit</b>	Apogeo, momento o situación de máximo esplendor.
<b>Centrifugación</b>	Proceso de separación de mezclas que aprovecha la fuerza centrífuga y la diferencia de densidad de sus componentes.
<b>Cinética</b>	Relativo al movimiento. La energía cinética de un cuerpo es la debida a su propio movimiento.
<b>Círculo</b>	Porción de un plano comprendida y limitada por la circunferencia.
<b>Circunferencia</b>	Línea curva, plana y cerrada, cuyos puntos equidistan de otro, llamado centro, situado en el mismo plano.
<b>Comburente</b>	Elemento que activa la combustión. El oxígeno es comburente.
<b>Combustible</b>	Toda aquella sustancia que arde o que puede ser fuente de energía.
<b>Combustible fósil</b>	Es una sustancia que puede arder y de origen orgánico, como el petróleo.
<b>Combustión</b>	Reacción química de oxidación con producción de luz y/o calor.
<b>Compuesto</b>	Sustancia formada por dos o más clases de elementos y que sólo puede separarse por métodos químicos.
<b>Criptógama</b>	Planta que carece de flores.

<b>Cristalización</b>	Proceso en el que una sustancia toma la forma cristalina.
<b>Cromatografía</b>	Técnica de separación de mezclas que aprovecha la variación en las fuerzas de atracción que existen entre las sustancias.
<b>Curva</b>	Que constantemente se aparta de la dirección recta, sin formar ángulo.
<b>Decantación</b>	Separación por acción de la fuerza de gravedad de dos a más sustancias no miscibles y de densidad diferente.
<b>Desplazamiento</b>	Magnitud vectorial, que corresponde al cambio de posición de un móvil. Se presenta por un vector correspondiente a una longitud que va en línea recta del punto inicial al final.
<b>Destilación</b>	Proceso en el que un líquido se evapora por ebullición, para después condensarse por enfriamiento.
<b>Dilatómetro</b>	Instrumento utilizado para medir la dilatación de los cuerpos.
<b>Dinamómetro</b>	Instrumento para medir fuerzas y pesos, si está graduado en newton o dinas; mide masas si está graduado en kilogramos o gramos.
<b>Dirección</b>	Seña, indicación de lugar, rumbo que guía a una magnitud vectorial.
<b>Distancia</b>	Espacio o intervalo de longitud que media entre dos cosas o sucesos, puede ser a través de una recta o una curva.
<b>Efervescencia</b>	Desprendimiento masivo de burbujas, que ascienden a la superficie de un líquido, debido a la producción de sustancias gaseosas en su interior.
<b>Elasticidad</b>	Propiedad de los cuerpos que se pueden estirar, encoger o deformar y que al cesar la fuerza que los altera recobran su forma anterior.
<b>Electrólisis</b>	Descomposición química de una sustancia producida por acción de la corriente eléctrica.
<b>Electromagnético</b>	Relativo al electromagnetismo.
<b>Electromagnetismo</b>	Rama de la física que estudia las interacciones entre los campos magnéticos y las cargas y corrientes eléctricas.

<b>Electrón</b>	Partícula fundamental del átomo con carga eléctrica negativa. Se localiza en órbitas y gira alrededor del núcleo atómico.
<b>Electrónica</b>	Parte de la ciencia que estudia los fenómenos en que intervienen electrones en estado libre. Técnica fundada en el conocimiento de los dispositivos para utilizar los electrones en estado libre, especialmente en transistores.
<b>Electroscopio</b>	Instrumento para detectar las cargas eléctricas.
<b>Elemento químico</b>	Sustancia que por métodos químicos no puede separarse en otras más sencillas.
<b>Energía</b>	Capacidad para realizar un trabajo.
<b>Enzima</b>	Sustancia que regula la velocidad con que sucede una reacción química.
<b>Esquí</b>	Patín largo que se usa para deslizarse sobre la nieve o el agua.
<b>Esquiador</b>	Persona que practica el deporte del esquí.
<b>Estaca</b>	Palo con punta para clavar por un extremo.
<b>Estroboscopio</b>	Aparato utilizado en física para dejar pasar la luz con intervalos iguales de tiempo.
<b>Experimentación</b>	Proceso mediante el cual se realiza un experimento, permite establecer las circunstancias que se requieren para que se produzca un fenómeno.
<b>Farmacopea</b>	Libro que trata de las sustancias medicinales más corrientes y el modo de prepararlas y combinarlas.
<b>Fax</b>	Aparato tecnológico que permite transmitir textos e imágenes vía telefónica.
<b>Fermentación</b>	Cambio químico producido por la acción de microorganismos sobre los azúcares transformándolos en alcohol y gas carbónico.
<b>Fiabilidad</b>	Seguridad en el funcionamiento de algo.

<b>Filtración</b>	Proceso que consiste en verter una mezcla sobre un obstáculo poroso que permite el paso de la fase líquida, pero retiene las partículas sólidas.
<b>Firmamento</b>	Espacio inmenso en el que se mueven los astros.
<b>Fórmula</b>	Representación gráfica de las moléculas, mediante símbolos químicos y subíndices que indican su composición.
<b>Fotosíntesis</b>	Transformación de moléculas orgánicas simples como el agua y el dióxido de carbono en moléculas orgánicas complejas como la glucosa en presencia de luz y la clorofila.
<b>Frecuencia</b>	Número de veces por unidad de tiempo en que se repite un fenómeno periódico.
<b>Fuerza</b>	Capacidad de acción física, causa capaz de modificar el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo.
<b>Fuerza resultante</b>	Es la suma de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo.
<b>Fusión nuclear</b>	Unión de varios núcleos atómicos ligeros para formar uno solo de masa más elevada. La fusión de los elementos ligeros es una fuente considerable de energía.
<b>Glucosa</b>	Azúcar que se forma como producto de la fotosíntesis; se encuentra en muchos frutos azucarados y en la sangre.
<b>Gravedad</b>	Aceleración que poseen los cuerpos cuando caen libremente, sin que existan fuerzas de rozamiento. <b>Fuerza de gravedad</b> , fuerza resultante de la gravitación entre la Tierra y los cuerpos situados en sus proximidades, o, más generalmente, entre un cuerpo celeste y un cuerpo próximo a él.
<b>Herboristería</b>	Tienda donde se venden plantas medicinales.
<b>Hipsometría</b>	Medida de las alturas sobre el nivel del mar.
<b>Ignición</b>	Estado de los cuerpos encendidos, si son combustibles o enrojecidos, si no lo son.
<b>Imán</b>	Toda sustancia que posee o ha adquirido la propiedad de atraer el hierro.
<b>Incandescencia</b>	Cualidad de algunos cuerpos, generalmente metálicos, de enrojecerse por acción del calor.

<b>Inercia</b>	Nombre de la primera ley de Newton. Propiedad de la materia que hace que los cuerpos no puedan modificar por sí mismos su estado de reposo o de movimiento.
<b>Isótopo</b>	Variación de átomos de un mismo elemento químico que difieren en la cantidad de neutrones presentes en sus núcleos y, por tanto, en sus masas atómicas.
<b>Julio</b>	Unidad en el SI para medir la energía o el trabajo.
<b>Láser</b>	Haz luminoso de mucha frecuencia e intensidad, que se utiliza en medicina, biología, telecomunicaciones, etcétera.
<b>Línea de tendencia</b>	Comportamiento de varios puntos que unidos, nos hacen suponer que tiene una forma definida: recta, parábola, circunferencia, etcétera.
<b>Masa atómica</b>	Masa relativa de un átomo, se expresa en umas.
<b>Masa molecular</b>	Masa de una molécula, cuyo valor se obtiene sumando las masas de los átomos que entran en su composición.
<b>Materia</b>	Realidad primaria de la que están hechas las cosas. Todo lo que ocupa un lugar en el espacio y que tiene masa y energía.
<b>Mezcla</b>	Unión sin combinación de dos o más sustancias. Sus propiedades son variables y cada una de las sustancias que la componen conserva sus propiedades físicas y químicas.
<b>Molécula</b>	Unidad química de materia. Es la cantidad más pequeña de una sustancia que puede existir en estado libre conservando sus propiedades.
<b>Mosto</b>	Zumo exprimido de la uva, antes de fermentar y hacerse vino.
<b>Neutrón</b>	Partícula fundamental del átomo con carga eléctrica neutra. Se encuentra en el núcleo atómico.
<b>Newton</b>	Unidad en el SI para medir las fuerzas. Por ser el peso una fuerza, el newton se utiliza para medir el peso de los cuerpos. Apellido del famoso científico inglés llamado Isaac.

<b>Número atómico</b>	Número protones que se encuentran en el núcleo de un átomo. Se representa por la letra Z.
<b>Número de masa</b>	Suma de protones y neutrones presentes en el núcleo de un átomo. Se representa por la letra A.
<b>Nutriente</b>	Componente de los alimentos que sirve para que un organismo crezca y se mantenga saludable.
<b>Órbita</b>	Región del espacio alrededor del núcleo atómico donde es probable encontrar los electrones.
<b>Organoléptico</b>	Propiedad de los cuerpos perceptible por los órganos de los sentidos.
<b>Parábola</b>	Lugar geométrico de los puntos de un plano cuyas distancias a un punto fijo y a una recta fija son iguales.
<b>Paralelogramo</b>	Cuadrilátero cuyos lados son paralelos dos a dos.
<b>Pasteurización</b>	Procedimiento por el cual se preservan los alimentos sometiéndolos a una temperatura suficientemente alta durante unos algunos minutos y después producir un descenso para destruir los microorganismos patógenos.
<b>Pendiente</b>	Inclinación de una recta o un plano, su valor se halla dividiendo el avance vertical sobre el avance horizontal.
<b>Péndulo eléctrico</b>	Cuerpo cargado eléctricamente, colgado de un hilo, que puede oscilar alrededor de un punto por la acción de su propio peso; se utiliza para verificar la fuerza entre cargas eléctricas.
<b>Período</b>	Tiempo que tarda algo en volver al estado o posición que tenía al principio.
<b>Perpetuo</b>	Que dura siempre o un tiempo ilimitado.
<b>Pi (<math>\pi</math>)</b>	Número que resulta de dividir la longitud de cualquier circunferencia sobre su diámetro, su valor aproximado es de 3.1416.
<b>Pila</b>	Aparato que transforma directamente en energía eléctrica la energía desarrollada en una reacción química.
<b>Pluviosidad</b>	Cantidad de lluvia en determinada unidad de tiempo.



<b>Polígono</b>	Línea cerrada que forma varios ángulos y porción de plano limitada por ella. En un polígono hay tantos vértices como lados.
<b>Polo geográfico</b>	Cualquiera de los extremos del eje de rotación de la Terra; tenemos los polos Norte y Sur.
<b>Polo magnético</b>	Cada uno de los extremos de un imán que generan campos magnéticos.
<b>Potencia</b>	Trabajo o cambio de energía realizados en determinada unidad de tiempo.
<b>Presa</b>	Obstáculo artificial para detener una corriente o curso de agua.
<b>Protón</b>	Partícula fundamental del átomo con carga eléctrica positiva. Se encuentra en el núcleo atómico.
<b>Radar</b>	Dispositivo para determinar la posición en el espacio de un obstáculo fijo o móvil mediante la reflexión en él de ondas de radio.
<b>Radiactividad</b>	Desintegración espontánea de un núcleo atómico, con emisión de partículas y radiaciones electromagnéticas.
<b>Radián</b>	Unidad en el Sistema Internacional de Unidades para medir los ángulos. Resulta de dividir el segmento de circunferencia (arco) que subtiende al ángulo entre el radio de la circunferencia ( $q = s/r$ ). Cuando el arco tiene el mismo valor del radio, el ángulo es de un radián.
<b>Radio</b>	De una circunferencia o del círculo que se encuentra en su interior, es el segmento que une el centro del círculo con cualquier punto de la circunferencia.
<b>Radiómetro</b>	Instrumento utilizado para medir la radiación electromagnética.
<b>Radiotelegrafía</b>	Telegrafía (envío de mensajes a larga distancia) sin hilos a través de ondas de radio.
<b>Rallar</b>	Desmenuzar una cosa restregándola con el rallador.
<b>Rapidez</b>	Es la distancia recorrida por un móvil en determinada unidad de tiempo.

<b>Rayo</b>	Chispa eléctrica de gran intensidad, producida por descarga entre dos nubes o entre una nube y la tierra.
<b>Reflexión</b>	Acción y efecto de reflejar, la reflexión se da cuando una onda choca contra un objeto y regresa al medio de donde partió.
<b>Relámpago</b>	Destello luminoso provocado por una descarga eléctrica durante una tempestad.
<b>Relativo</b>	Que coincide o hace referencia a una persona o cosa por oposición a absoluto; dicese de la cualidad o valor de las cosas, o la cosa misma, cuyo ser depende de una relación establecida o de una relación o comparación con otra.
<b>Respiración</b>	Acción o función de respirar. Respirar: realizar los seres orgánicos la función de absorber oxígeno del aire.
<b>Tecnología</b>	El conjunto de ciencia, arte y técnica que permite diseñar, crear y utilizar bienes y servicios.
<b>Telégrafo</b>	Dispositivo que permite transmitir información con rapidez y a larga distancia.
<b>Telescopio</b>	Instrumento óptico que permite la observación de cuerpos situados a gran distancia, utilizado especialmente en astronomía.
<b>Teoría cuántica</b>	Es una teoría moderna que explica la estructura del átomo; considera que la masa y la energía están cuantizadas, es decir, formadas por “cuantos” o paquetes no continuos de energía.
<b>Teoría de la relatividad</b>	Teoría formulada por el físico alemán Albert Einstein, que dice que la masa, la longitud y el tiempo son relativos, dependen del sistema de referencia desde donde se midan.
<b>Termodinámica</b>	Parte de la física que trata de los fenómenos relacionados con la energía térmica y de las leyes que rigen la transformación de ésta en energía mecánica y viceversa.
<b>Trabajo</b>	El realizado por una fuerza sobre un cuerpo cuando ésta lo desplaza. El cambio en una de las formas de energía de un sistema corresponde al trabajo por el sistema.

<b>Trabajo mecánico</b>	El realizado por una fuerza sobre un cuerpo y provoca en éste un desplazamiento. También se define como cambio de energía.
<b>Transformar</b>	Hacer cambiar de forma o cualidad. Transmutar, convertir una cosa en otra.
<b>Trayectoria</b>	Camino recorrido o para seguir por un móvil.
<b>Trueno</b>	Ruido del rayo, de la descarga eléctrica.
<b>u m a</b>	Unidad de masa atómica que corresponde a la doceava parte de la masa del isótopo carbono 12, que se toma como unidad para calcular las masas atómicas de los demás elementos químicos.
<b>Vector</b>	Representación geométrica de una magnitud vectorial, establecido por un segmento de la recta de determinada longitud y dirección.
<b>Velocidad</b>	Desplazamiento o cambio de posición de un móvil en determinada unidad de tiempo.
<b>Velocidad angular</b>	Velocidad con que se atraviesa un ángulo en un movimiento circular uniforme y más general en un movimiento curvilíneo.
<b>Velocidad tangencial</b>	Velocidad lineal a través de una curva, más específicamente a través de una circunferencia; la dirección es tangente a la curva.
<b>Virus</b>	Microorganismo; agente causante de muchas enfermedades infecciosas.
<b>Visionario</b>	Persona que crea cosas imposibles o imaginarias.

## BIBLIOGRAFÍA

ALCÁNTARA B., María del Consuelo. *Química de hoy*. México, McGraw-Hill, 1992.

ALVARENGA A., Beatriz y MÁXIMO R., Antonio. *Física general con experimentos sencillos*. México, Harla, 3ª ed., 1983.

ÁNGEL MAYA, Augusto. *La Tierra herida*. Bogotá, M.E.N., 1995.

BOLÍVAR, Rubén Darío y otros. *Investiguemos. Introducción a las ciencias*. Bogotá, Voluntad Editores, 1984.

BRANDWEIN, Paul F., STOLLBERG, Robert y BURNETT R., Will. *Física, la energía, sus formas y sus cambios*. México, Cultural, 7ª ed., 1982.

BRONOWSKI, J. *El ascenso del hombre*. Fondo Educativo Interamericano. 1983.

BROWN, Theodore L., LEMAY, H. Eugene Jr. y BURSTEN, Bruce E. *Química, la ciencia central*. México, Prentice Hall, 7ª ed., 1998.

CÁRDENAS M., Luis Oliverio. *Cartilla ecológica*. Bogotá, Hoechst Colombiana. s. f.

CETTO, R. *El mundo de la física*. México, Trillas, 3ª ed., 1982.

FRASER, Alan and GILCHRIST Ian. *Starting science. Book one*. Oxford, University Press, 1996.

GAMERO, Silvia. "Materiales en la vida cotidiana: sus propiedades y usos". En: *Curso de formación de profesores de ciencias*. Madrid, Ministerio de Educación y Cultura, 1997.

HERRERA V., Siberiano. *Química 1. Átomos, moléculas y reacciones*. Colección la Ciencia al Día, Bogotá, Norma, 1984.

JENNINGS, Terry. *Química fácil*. 3ª ed., Colección el Joven Investigador. Madrid, Cesma, 1990.

JIMENEZ, Amparo. *Sembrando el futuro. Ecología escolar*. Bogotá, Educar Editores, 1992.

LOPEZ, Elizabeth. *Principios generales de nutrición*. Santa fe de Bogotá, Universidad a Distancia, 1995.

- LÓPEZ, Asdrúbal y SÁNCHEZ, Carlos. *Planeta verde. Ciencias naturales y educación ambiental*. Bogotá, Ministerio Editorial, 1995.
- LÓPEZ MERINO, Josefina. *Enseñanza dinámica sobre nutrición y salud*. México, Trillas, s.f.
- LUND, Herbert F., *Manual para el control de la contaminación industrial*. New York, McGraw-Hill, 1984.
- MARCO STIEFEL, Berta. *Historia de la ciencia. Los científicos y sus descubrimientos*. España, Narcea Ediciones, 1992.
- MASINI, Giancarlo. *Los arquitectos de la molécula*. Barcelona, Círculo de Lectores, 1980.
- MONTOYAPOTES, Rafael. *Química moderna 10*. Medellín, Bedout Editores, 2ª ed. 1990.
- MOSQUEIRA R., Salvador. *Física I*. México, Patria, 2ª ed., 1988.
- RESTREPO MERINO, Fabio y otro. *Hola química*. Tomo I. Medellín, Susaeta Ediciones, 1989.
- SÁNCHEZ, Monserrat y SALSONA, Nuria. "Combustiones y corrosiones". En: *Curso de formación para profesores de ciencias*. Madrid, Ministerio de Educación y Cultura, 1997.
- SCHURMAN, Paul. *Historia de la física*. Buenos Aires, Nova, s.f.
- SUZUKI, David y HEHNER, Bárbara. *Exploremos los sentidos*. Barcelona, Labor, 1988.
- TECNIRAMA. *Enciclopedia de la ciencia y la tecnología*. Buenos Aires, Codes, s.f.
- UNESCO. *Nuevo Manual de la Unesco para la enseñanza de las ciencias*. Barcelona, Edhasa, 1978.
- WERTHEIM, Jane y otros. *Diccionario de química*. Bogotá, Norma, 1988.

## FUENTES DE ILUSTRACIÓN (COLOMBIA)

- Atlas Universal Mundo de Hoy*, Casa Editorial EL TIEMPO, Bogotá, sin fecha.
- CAFAM, revista *Cafamilia*, Bogotá, 2003, número 95.
- Colombia a través de EL TIEMPO*, Casa Editorial EL TIEMPO, Bogotá, 2001.
- Colombia Viva*, Casa Editorial EL TIEMPO, Avantel, Bogotá, 2000.
- El Libro de la Convivencia*, Casa Editorial EL TIEMPO, Presidencia de la República, Cemex Colombia, Bogotá, sin fecha.
- Enciclopedia Visual Seres Vivos*, Casa Editorial EL TIEMPO, Santillana, Bogotá, 1994.
- REVISTA BAJA LIFE, Baja Communications Group, Laguna Beach, EUA, 1999.
- REVISTA BAJA TRAVELER : MEXICO'S PORTS OF CALL, IMC Publications, Inc, Chula Vista, EUA, milleniun edition.
- REVISTA CONCIENCIA, Editorial Norma S.A., Bogotá, 2003, número 6.
- REVISTA CONCIENCIA, Editorial Norma S.A., Bogotá, 2003, número 7.
- REVISTA ECOLOGÍA, maj comunicación, Madrid, septiembre 2004.
- REVISTA GEO, G y C España Ediciones S.L., Madrid, octubre 2000.
- REVISTA NATIONAL GEOGRAPHIC EN ESPAÑOL, Editorial Televisa, México D.F., México, abril 2001.
- REVISTA NATIONAL GEOGRAPHIC EN ESPAÑOL, Editorial Televisa, México D.F., México, septiembre 2001.
- Vivir Mejor*, Casa Editorial EL TIEMPO, Seguro Social, Bogotá, sin fecha.

## ILUSTRACIONES ORIGINALES

Henry González