

CIENCIAS NATURALES BASICAS

1



VOLUNTAD

INSTITUTO LUCAS PACHECO
BIBLIOTECA
BARCELONA, 1911

CIENCIAS NATURALES BASICAS
PRIMER AÑO DE SECUNDARIA

VOLUNTAD
EJEMPLAR DE OBSEQUIO

INSTITUTO LUCAS PACIOLELLI
BIBLIOTECA
BARCELONA-1984

CIENCIAS NATURALES BASICAS



Esta obra ha sido elaborada, por el siguiente equipo de Ciencias Naturales:

Dirección de redacción y revisión:

José de Recasens Tuset
Francisco Alvarez Iguarán

Revisión psicológica:

Elisenda de Barriga
Matilde Mejía

Revisión de lenguaje:

Miguel Bernal R.
José Torres B.

Ilustraciones:

María Rosa Mallo

© Derechos reservados — Es propiedad del Editor Copyright.

Esta publicación no puede ser reproducida en todo ni en parte, ni archivada o transmitida por ningún medio electrónico, mecánico, de grabación, de fotocopia, de microfilmación o en otra forma, sin el previo consentimiento del Editor.

EDITORIAL VOLUNTAD LTDA.
Carrera 13 No. 38-99
Bogotá D.E. — Colombia

Impreso en los Talleres Gráficos de
RAMON DE BEDOUT E HIJOS SUCESORES
LIBRERIA VOLUNTAD Calle 11 No. 22-01
Bogotá D.E. — Colombia

PROLOGO

Este primer libro de la serie de Ciencias Naturales Básicas, CNB, redactado y compuesto por un grupo de especialistas, de los equipos pedagógicos de Editorial Voluntad, actualiza el prodigioso desarrollo de las Ciencias Naturales que en nuestro siglo y, especialmente, en las últimas décadas han demostrado la unidad fundamental que las caracteriza y las configura en un solo campo de conocimientos.

Nos es posible afirmar que, por diversos caminos, la física, la química y la biología se reúnen en la encrucijada de la bioquímica donde la molécula de DNA, capaz de reproducirse infinitamente variable pero manteniéndose siempre la misma, constituye el punto de partida de la vida.

Nuestro mundo mira hacia la integración del saber humano y no es permisible encerrarse dentro de conceptos rígidos que no arriesguen el alzar la mirada al universo.

Por eso, los textos modernos deben seguir la línea creativa y abierta al descubrimiento; razón por la cual la presente obra, a pesar de estar destinada a los alumnos de primer año de enseñanza media, no debe considerarse un libro meramente teórico, ni una simple guía para ciertos trabajos prácticos sino como una serie de desarrollos integrados hacia la comprensión de las Ciencias Naturales desde la iniciación a la física y a la química hasta llegar, a través de la biología vegetal y animal, al conocimiento de la anatomía y fisiología humanas.

Es un intento de introducir a los jóvenes en el hermoso mundo de las ciencias, en el cual se ha procurado entregar una información que sea elemento de trabajo y renovado incentivo a la ideación creadora, al tiempo que se pretende la valorización de los descubrimientos anteriores a nuestro siglo, que constituyen el cimiento de las leyes científicas y una formación intelectual que conduzca a una actitud abierta e inteligentemente crítica frente a los hechos de la naturaleza.

Tanto en su redacción, con lenguaje tratado en forma científica, como en el acopio de los datos, en el desarrollo del plan didáctico y en la exposición sistemática, que permiten una evolución del pensamiento lógico del alumno, así como en las ilustraciones, donde los colores están utilizados en tal forma que, los esquemas y el subrayado de determinados elementos estructurales tienen un valor simbólico, se ha puesto particular cuidado para asegurar la mejor comprensión de la lectura.

Para garantizar la eficacia del texto se ha complementado con una "Guía del Profesor", para que mediante un esfuerzo conjunto con el alumno, se estimule la creatividad de los discípulos, superando el antiguo método de la repetición memorizada del texto.

El profesor moderno favorece la iniciativa de sus alumnos y nosotros creemos haberlo ayudado en su labor. Tal es la esperanza de sus autores y editores.

JOSE DE RECASENS T.
FRANCISCO ALVAREZ Y

INSTITUTO LUCAS PACIO
BIBLIOTECA
BARRANQUILLA-COL.

INDICE

Prólogo	5
Unidad	
1. Las Ciencias Naturales	7
2. La Naturaleza y los Seres Vivos	10
3. La Materia	15
4. Características y Comportamiento de los Cuerpos	22
5. La Energía	26
6. La Gravedad	33
7. El Calor	37
8. Electromagnetismo	46
9. La Luz	58
10. El Sonido	66
11. El Planeta que Habitamos	70
12. El Agua	78
12A. Hidráulica	84
13. Los Suelos	88
14. El Aire	92
15. Los Materiales de la Vida	100
16. Otros Materiales de la Vida Fósforo - Sodio - Potasio - Calcio - Hierro Azufre - Cloro - Magnesio - Cobre - Aluminio	107
17. Otros Elementos Importantes para Nosotros Hg - Au - Ag - Zn - Si - Be	117
18. La Vida en la Tierra	121
19. La Pre-Vida	134
20. Clasificación y Evolución del Mundo Vegetal	139
21. Clasificación y Evolución del Reino Animal	145
22. La Evolución del Reino Animal	159
23. La Posición del Hombre en la Naturaleza	162

UNIDAD 1

LAS CIENCIAS NATURALES

1.1 Qué es la Ciencia.

Cuando alguien va estudiar ciencias, es lógico que se pregunte: ¿Qué es la ciencia?

Empecemos diciendo que la ciencia es un conjunto de conocimientos y a la vez es un proceso.

Ese conjunto de conocimientos se organiza en sistemas compuestos de teorías y leyes, tales como la teoría atómica, la teoría de la evolución, la ley de la conservación de la materia, la ley de la gravitación y muchas más que veremos a lo largo del curso.

Pertencen al campo de la ciencia aquellos conocimientos que se adquirieron por el método científico que supone: observación, medición, investigación, experimentación, comprobación y clasificación.

La ciencia como proceso es un esfuerzo humano constante para llegar a conocer los fenómenos naturales.

Proceso que debe entenderse como un medio para llegar a descubrir las relaciones de causa a efecto de los dichos fenómenos, cuyos pasos sucesivos son: Formulación de un interrogante, investigación y experimentación.

En este esfuerzo es más importante aprender a resolver un problema, que tratar de recordar las leyes o verdades establecidas por los hombres de ciencia.

1.2 Definición de Ciencias Naturales.

La naturaleza es todo el conjunto de cosas que existen y no fueron hechas por el hombre. Las ciencias naturales estudian este mundo que nos rodea. La naturaleza se nos presenta bajo formas muy diferentes, como un mineral, una flor o la electricidad.

Por eso, las ciencias naturales se dividen para investigar en detalle cada uno de esos aspectos del mundo físico, químico o biológico.

El mundo que nos rodea, que podemos ver, sentir y tocar, parece ser el mismo hoy que hace siglos. No obstante, el progreso de las ciencias nos lo hace ver y comprender de manera muy diferente de como lo vieron y entendieron nuestros abuelos y aun nuestros padres.

Hace algunos años, quienes estudiaban las ciencias naturales no se detenían en el estudio del átomo; apenas hace treinta años se estudiaba el átomo como componente de la materia pero las partículas que lo constituye solo

interesaban a unos pocos especialistas. Hoy necesitamos conocer con detalle el interior del minúsculo corazón del átomo, ya que en su núcleo hallamos la explicación de qué es la materia y por lo tanto la Naturaleza.

ALGUNAS DEFINICIONES

1.3 Mineralogía.

Los cuerpos inorgánicos que no tienen vida existen en todo el universo, tanto en las estrellas como en los planetas, particularmente en la Tierra donde vivimos. Estos cuerpos sin vida se denominan minerales y la ciencia que los estudia es la mineralogía.

1.4 Física.

Al observar la Naturaleza y todo cuanto existe, aun lo hecho por el hombre, descubrimos que está formado por materia y energía.

Materia es cualquier cosa que ocupa espacio. Energía es simplemente la capacidad de realizar un trabajo.

Materia y energía son los conceptos fundamentales que estudia la Física; así el calor, el magnetismo, la electricidad, la luz y todas las propiedades de la materia son estudiadas por la Física.

1.5 Química.

Todas las cosas están compuestas por átomos que, a su vez, pueden disponerse en muchas formas, dando origen a materias diferentes.

La Química estudia las propiedades de los cuerpos más simples que llamamos los elementos, las formas más complicadas o sea las moléculas que con ellos se pueden formar, y sus combinaciones, mezclas y reacciones.

El estudio de la materia, cuyo principal elemento es el carbono, se conoce como Química Orgánica, porque la materia viva está formada por esta clase de materia.

Se complementa con la Química biológica o Bioquímica, que justamente se ocupa del estudio de las reacciones que se producen en los tejidos de los seres vivos, como la oxigenación de la sangre.

El estudio de las leyes que rigen los procesos químicos corresponde a la Química General.

1.6 Cristalografía.

Casi todos los minerales, o sea, los elementos opuestos químicos que aparecen en estado natural, tienen forma cristalina. Esto significa que presentan una organización interna geométrica fija.

La ciencia que estudia la descripción geométrica de los cristales, su organización, su estructura y sus propiedades se llama **Cristalografía**.

1.7 Coloidología.

Algunas sustancias tienen la capacidad de disponer sus moléculas o grupos de moléculas en forma tal que aparecen dispersas entre las moléculas de otras sustancias, tomando por eso un aspecto viscoso o gelatinoso característico. Es un estado de la materia que denominamos **coloidal**.

Tales **coloides** pueden considerarse como intermedios entre los cristales inorgánicos y las sustancias que constituyen los seres vivos.

La ciencia que estudia sus propiedades se llama **Coloidología**.

1.8 Virología.

En la naturaleza hallamos agentes parásitos productores de enfermedades en las plantas o en los animales que son incapaces de multiplicarse por sí mismos. Para "reproducirse" necesitan penetrar en una célula que es la forma más sencilla de un organismo viviente.

Estos agentes son los **virus** que, en algunos casos, pueden tomar la forma cristalina sin perder su facultad de infectar a los seres vivos.

Casi pertenecientes al mundo inorgánico, poseen cualidades que los acercan a la materia viva, siendo su antecedente. La ciencia que los estudia es la **Virología**.

1.9 Botánica.

Es la ciencia que estudia todos los aspectos de la estructura y vida de los vegetales.

1.10 Zoología.

Corresponde a la **zoología**, cuanto se refiere a la vida animal.

1.11 Fisiología.

Es la ciencia que se ocupa de estudiar el funcionamiento de los tejidos, los órganos, los sistemas y los aparatos que conforman a los seres vivos.

1.12 Antropología.

La **Antropología Física** es el estudio del hombre en su aspecto animal, en tanto que la **Antropología Cultural**, lo estudia en el aspecto ra-

cional que se manifiesta en todas aquellas realizaciones industriales, artísticas e intelectuales que lo caracterizan como ser humano.

1.13 Ecología.

Es una ciencia reciente que estudia las relaciones de los organismos o grupos de organismos entre sí, y con el medio ambiente en que viven, incluidas las condiciones climáticas, como temperatura, humedad, corrientes de aire, etc., y todo esto supone los aspectos siguientes: el lugar donde los seres orgánicos viven (**habitat**), las influencias mutuas de los organismos (**comunidad biótica**), y el conjunto de todos estos factores (**bioma**).

El conjunto ecológico tiende constantemente a crear situaciones de equilibrio; así, después de los estragos causados por la erupción de un volcán, habrá paulatinamente renacimiento de plantas destruidas, acondicionamiento de rocas y tierras, en síntesis; reconstrucción de cuanto fue destruido por la explosión.

Ha adquirido importancia por ser la ciencia que más se ha dedicado al estudio de la conservación de los recursos naturales.

1.14 Biología.

Se aplica el nombre común de **biología** a todas las ciencias que se ocupan de los seres vivos desde los diferentes aspectos, tales como la virología, la botánica, la zoología, la fisiología, la ecología, etc.

1.15 Geología.

Nuestro planeta es el resultado de muchas fuerzas, tales como los volcanes, los terremotos, la erosión, etc... que influyen para que la Tierra sea un globo en continuo cambio y evolución. La ciencia que se dedica al estudio de estos fenómenos se llama **Geología**.

1.16 Astronomía.

El estudio de los cuerpos celestes, de los materiales de que están compuestos, de su estructura, formas, orígenes y movimientos, de su evolución y de sus condiciones naturales se llama **Astronomía**.

1.17 Razón del estudio de las Ciencias Naturales.

El estudio de las ciencias naturales proviene del placer que se origina en el descubrimiento de cosas nuevas, de explicarnos fenómenos que nos parecían misteriosos por desconocer sus causas y además representa la posibilidad de adquirir conocimientos que nos permitan crear un mundo mejor, lo que solo puede conseguirse si lo comprendemos.

Palabras nuevas:

Teoría	Habitat	Virus
Ley	Comunidad biótica	Bioquímica
Atomo	Coloide	Elementos
Cristal	Bioma	Tejidos
Molécula	Recursos naturales	Ecología

RETENGAMOS LO ESENCIAL DEL TEMA

1. Las Ciencias Naturales investigan en tres grandes conjuntos:

- Naturaleza física.
- Naturaleza química.
- Naturaleza biológica.

2. Las divisiones en: Mineralogía, Física, Química, etc., hasta Astronomía no suponen campos separados sin relación entre sí. Muchos fenómenos de la física se explican por la química.

Las rocas descritas en la mineralogía pueden tener origen en seres vivos que estudia la biología.

La **cristalografía** nos explica la estructura de sustancias como el hierro o el cuarzo que también estudia la física y la química, así como de un virus (biología).

3. El propósito de esta Unidad es el de dar una visión general de los diferentes campos de investigación y reconocer que en todos ellos se cumple rigurosamente una misma organización de un sistema de teorías y leyes y se sigue un proceso: observación, medición, investigación, experimentación, comprobación y clasificación.

TRABAJOS PRACTICOS

En esta primera unidad hemos visto cómo ciencias muy diferentes conducen a un mismo fin; el conocimiento de la naturaleza y el mundo en que vivimos.

Cada uno de nosotros tiene cierta preferencia o predilección por un determinado aspecto de las ciencias; cualquiera que sea, te servirá para conocer mejor la naturaleza y sus fenómenos.

Si recoges piedras y minerales diferentes podrás formar una pequeña colección mineralógica. Sabrás diferenciarlas y adquirirás, a la vez, conocimientos de física y química.

Si decides formar un herbario, o si comienzas una pequeña colección de animales que puedes conservar en cajas o frascos, (el profesor te indicará cómo debes hacerlo) estarás aprendiendo botánica, zoología y tal vez fisiología.

Piedras, plantas, insectos, conchas, o tantas otras cosas que puedes coleccionar te llevarán a la conclusión de que todos los seres vivos están en relación con el medio ambiente en que viven y en el que nosotros mismos vivimos. Esto es Ecología y aprenderás muchas cosas, si observas cómo se desarrolla la vida, ya sea tratándose de saber qué hacen las hormigas, cómo vuelan los pájaros o cómo se ve la luna con unos simples prismáticos.

Para esta Unidad te recomendamos un solo ejercicio práctico. Observa cualquier proceso de los que ocurren a tu alrededor, o cualquier materia que encuentres y escribe qué has observado y qué piensas sobre lo que has visto.

LA NATURALEZA Y LOS SERES VIVOS

2.1 La ecología un concepto básico.

Si observamos el mundo que nos rodea y estudiamos con la debida atención los minerales, vegetales y animales que pueblan un lugar, no es difícil descubrir cómo existen relaciones notables entre ellos, y también comprobaremos diferentes adaptaciones de los seres vivos al medio físico, entendido éste como los suelos, el viento, el sol, la humedad, la temperatura, etc.

Al ambiente total de un lugar determinado se le considera como la **unidad biótica** que es el principal tema de estudio de la ecología. En realidad la Ecología estudia toda la superficie de la tierra poblada por los seres vivos. Incluye, no lo olvidemos, los océanos y mares, puesto que en ellos también se manifiesta la vida.

Ahora bien, no se trata del estudio de una especie animal o vegetal reducida a las características particulares, sino su relación con los demás seres, de quienes se alimenta o para quienes constituye un alimento y de cómo el clima y otros factores afectan al conjunto total. Analiza a la vez el comportamiento de las poblaciones vivas, sean éstas los árboles del bosque o los pájaros que viven en comunidad, e incluye al hombre que modifica las condiciones al talar el bosque o que sin proponérselo puede causar la desaparición de los pájaros al emplear un insecticida.

2.2 La Biosfera y ecosistemas.

Estas palabras pueden parecer extrañas, pero es necesario saber cuál es su sentido, puesto que cada día las usamos más en los estudios de ciencias naturales.

La **biosfera** es la porción de la tierra compuesta por el suelo, el aire y el agua donde la vida se desarrolla.

El **ecosistema**, unidad básica de la ecología, comprende tanto los organismos como el ambiente sin vida y las influencias que actúan y dificultan o permiten el mantenimiento de la vida sobre la tierra.

Cualquier área de la naturaleza, que incluya seres vivos y sustancias no vivientes que se influyen mutuamente para producir un cambio de materias entre las partes vivas y las no vivas, es un **sistema ecológico** o **ecosistema**. El antiguo adagio de que el bosque es más que un conjunto

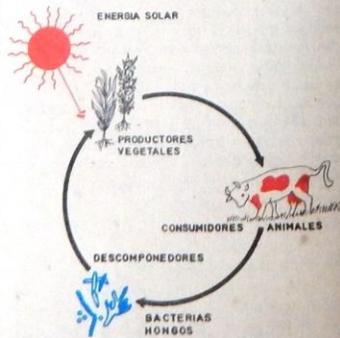
de árboles, da una imagen clara de lo que se quiere decir. Para comprender plenamente que es un bosque, se necesita estudiar todas las especies de plantas que lo forman, también las características completas de los suelos en que crecen y además todos los animales grandes o microscópicos que lo pueblan.

Pero esto no es suficiente, ya que es necesario estudiar cómo cada una de las plantas, animales, suelos y ambiente influye a todos los demás y es a su vez influido por ellos.

Se supone que estudiamos la naturaleza bajo su aspecto funcional, para descubrir las leyes que rigen en cada sistema ecológico. Un bosque y un estanque son, en realidad, muy diferentes pero como sistemas ambientales funcionan de acuerdo con los mismos principios.

2.3 Características del ecosistema.

Cuando estudiamos la vida y lo que acontece en una zona con características propias, a la que hemos llamado **ecosistema**, siempre encontramos los cuatro grandes conjuntos siguientes:



1. **Sustancias inorgánicas y elementos ambientales**, esto es, un terreno o un suelo con características propias, cuya composición química puede analizarse.

Los elementos ambientales son la humedad y temperatura predominantes, la luz solar, los vientos, etc.

2. **Seres vivos productores** de alimentos, como las plantas verdes, las cuales a partir de la luz, materias inorgánicas y el aire, son capaces gracias a la fotosíntesis de transformarlos en materias orgánicas. Llamamos a estos seres **productores**.

3. **Organismos consumidores**, o sea aquellos que viven consumiendo directamente los productos orgánicos y alimenticios fabricados por los anteriores. Unos son animales vegetarianos, porque solo se alimentan de plantas. Otros llamados **carnívoros** se alimentan con los que viven de los vegetales.

4. **Organismos descomponedores**, los cuales contribuyen a descomponer la materia de los seres que mueren, o sea a transformar los restos orgánicos de nuevo en inorgánicos. Las sustancias resultantes vuelven a ser utilizadas por los productores.

En realidad este esquema sencillo se complica, pues no hay límites precisos entre las cuatro categorías propuestas porque existen organismos que ocupan posiciones intermedias y hasta pueden cambiar su forma de nutrición de acuerdo con las circunstancias ambientales, como ciertas algas y bacterias, las cuales pueden funcionar como autótrofas en determinado momento.

2.4 Distribución de los seres vivos.

Ninguna especie viva está presente en todas las regiones del mundo. Las diferencias de ambiente impiden el desarrollo de una especie, cuando las exigencias para su vida no se cumplen. Es posible que el medio no destruya la vida de un individuo, pero sí que impida el desarrollo eficaz de todo el grupo.

Cada especie necesita determinadas condiciones y materiales para prosperar y si no se cumple el **mínimo** necesario, desaparece. También sucede lo contrario, o sea, cuando una cantidad **excesiva** de cualquier factor puede ser perjudicial. Toda especie vive únicamente dentro de un **ámbito de tolerancia**, por ejemplo: la falta o el exceso de oxígeno, destruye ciertos organismos. Gracias a los estudios de los **límites de tolerancia**, comprendemos mejor la distribución de los seres vivos.

Los principales factores son: la **temperatura**, la **luz**, el **agua**, la disponibilidad de **oxígeno** y la **composición atmosférica**. Naturalmente las pro-

visiones alimenticias son un factor primordial.

Si observamos la vida de las zonas desérticas y en el ártico, vemos que son pocas las especies que consiguen superar las condiciones rigurosas del medio. Allí el principal factor es la **temperatura**.

Aparentemente la **luz** parecería influir poco, pero hoy sabemos que existen fotoperíodos, que influyen en la aparición de las flores en las plantas, vale decir, en su proceso reproductivo. La luz determina la emigración de ciertas aves, así como la actividad y la vida de muchas especies inferiores. Un exceso de luz puede ser fatal para la vida de ciertos vegetales y animales.

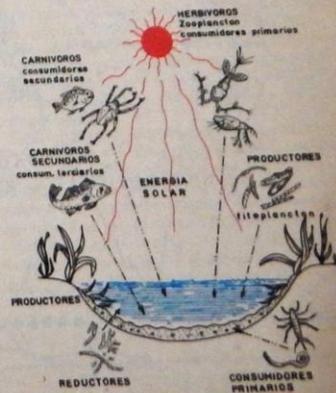
El agua es necesaria para toda célula viva, solo aquellas especies que pueden retener la cantidad que sus células necesitan, serán capaces de sobrevivir en ambientes áridos.

Los cactus del desierto y la relativa resistencia de los dromedarios a la sed, nos proporcionan un ejemplo de adaptación a condiciones rigurosas de falta de agua.

La disponibilidad de **oxígeno**, especialmente en los medios acuáticos, donde los seres vivos deben tomarlo disuelto en el agua, es también factor decisivo.

2.5 Comunidades bióticas y habitat.

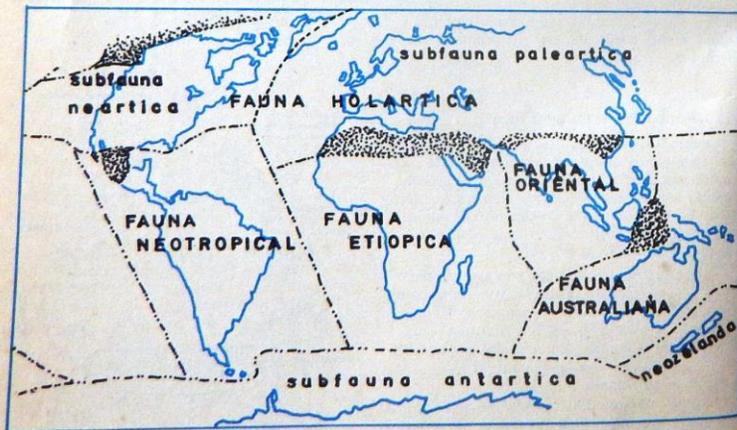
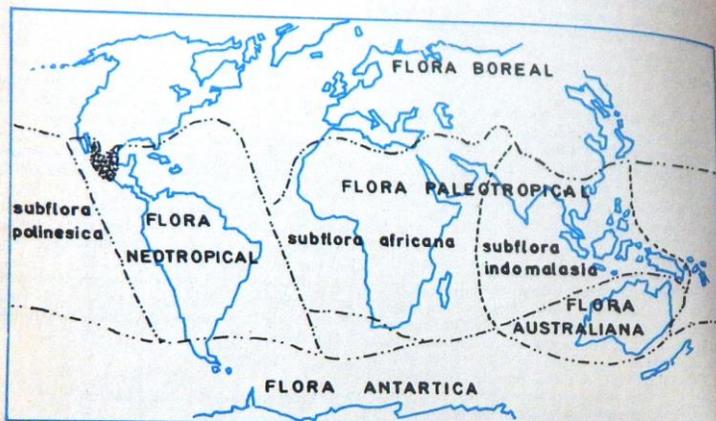
Se denomina **comunidad biótica**, el conjunto de poblaciones que viven en una zona determinada con características propias. A esta zona se la llama también **habitat**.



Al estudiar un **habitat**, se descubre que los animales y plantas viven en relaciones ordena-

das y no al azar. La ecología investiga las influencias mutuas entre todas las especies que ocupan un habitat y las relaciones que se esta-

blecen entre los seres de los grupos que las habitan.



2.6 Los biomas.

El bioma se entiende como la región controlada por un determinado clima, en el que predominan determinadas especies de plantas y animales.

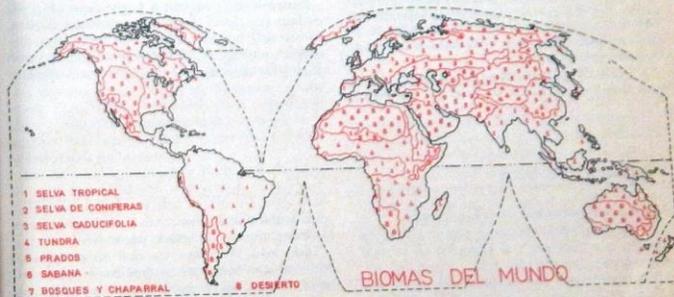
Es así como pueden establecerse para la superficie terrestre (y marina) una serie de zonas diferenciadas con sus características propias.

Si tomásemos solo la vegetación predominante, la tierra podría considerarse dividida en:

1. Selvas tropicales; 2. Selvas de coníferas (árboles de hoja perenne); 3. Selvas caducifolias (árboles que pierden sus hojas en el período frío del invierno); 4. Tundra; 5. Prados; 6. Sabanas; 7. Bosques y Chaparral y 8. Desiertos.

Cuando se toma en cuenta un mayor número de elementos, como clima, vegetación, fauna, suelos, etc., se establecen las regiones y zonas bio-geográficas.

Para las áreas marinas también se establecen zonas netamente diferenciadas.



2.7 Orden y equilibrio dinámico de la naturaleza.

En los últimos años, las ciencias naturales han descubierto que toda la realidad de los fenómenos de la naturaleza, constituye un proceso único que puede llamarse apropiadamente evolución.

Aunque no conocemos todavía con exactitud todas las leyes que rigen el proceso evolutivo, éste puede observarse en todos los niveles. El universo evoluciona, y también las galaxias compuestas por miles de millones de estrellas (como nuestra tierra) evolucionan a la vez, es decir, los materiales que forman la estrella o el planeta, cambian lentamente. Las rocas y los continentes son hoy muy diferentes a lo que

fueron en el pasado. Igual sucede a los seres vivos, aparecen nuevas especies y desaparecen después de vivir durante millones de años y aun el hombre, como ser psíquico que surgió miles de millones de años después de la organización del universo actual, forman parte de un ordenado proceso evolutivo.

Tanto el sistema inorgánico como el orgánico, se caracterizan por seguir un proceso de transformaciones siempre tendientes no solo hacia el equilibrio, sino a una armonía con los otros sistemas. La naturaleza aparece así como un orden que, a su vez, contiene otros como el de los vegetales y los animales. A su turno, nuestra naturaleza, participa del orden que rige el Universo, y que descubrimos solamente cuando la ciencia establece ciertas leyes que explican los fenómenos que podemos observar y experimentar.

Palabras nuevas:

Biótica (unidad)
Biosfera

Ecosistema
Saprófito

Autótrofo
Heterótrofo

INSTITUTO LUCAS PACIOLO
BIBLIOTECA
BARBARQUILLA-COL.

1. Las ciencias Naturales, conceden máxima importancia al estudio de los organismos vivos en relación con el medio ambiente total en que se desarrollan.

La ecología supone establecer las relaciones e influencias entre especies vegetales, animales y su medio ambiente, analizando tanto la influencia del medio sobre los seres vivos, como la de éstos sobre el medio.

Los conceptos de **unidad biótica y niveles de organización ecológica**, son pues fundamentales.

2. Sistema ecológico o **ecosistema**, es el concepto que nos permite conocer con detalle una determinada área de la biosfera, es decir, de todos los organismos vivos y recursos ambientales que determinan su vida.

3. Los conceptos: organismos productores, que significa ser capaz de **producir** alimentos;

consumidores seres que viven de los alimentos fabricados por los productores y **descomponedores** que transforman las materias orgánicas de que se alimentan, generalmente cadáveres de materias inorgánicas. Estos conceptos son básicos para el estudio de las Ciencias Naturales.

4. Cada especie viva (plantas o animales), necesita determinadas condiciones para sobrevivir. Está condicionada por sus límites de tolerancia. Esto nos permite establecer regiones geográficas y climáticas que se clasifican por el conjunto de los organismos que viven en ellas.

Denominamos **habitat** a la zona que se puede definir en función de la **comunidad biótica**, constituida por el conjunto de seres vivos que habitan en ella, y llamamos **bioma**, a la región geográfica definida por un clima y sus habitantes.

TRABAJOS PRACTICOS

Algunos experimentos sobre la naturaleza.

Toma una piedra y pínchala con un alfiler. Escribe lo que observas, por ejemplo: no se mueve; no grita. . . añade algo más. . .

Descubrirás que casi no pasa nada. Es **inerte**. Repite lo mismo con un conejo o una gallina antes de que la pongan en la olla o en la sartén para cocinarla. No se moverá, no gritará.

Si con dos alambres conectados a los polos de una pila consigues tocar algún nervio, verás que tal vez algún músculo se mueve y aun puede que se produzca la contracción de una pata. . .

Descubrirás de todas formas que **está muerto**. Sin intentases hacer lo mismo con el perro o el gato de la casa, sin duda sabes que al pinchar, lo o bien huirá, o trataría de morderte. Tú sabes que esto sucede porque, **están vivos**.

De lo anterior puedes deducir que, **inerte** es lo que nunca tuvo vida o por lo menos ya está mineralizado. **Muerto** es lo que ya no cumple las funciones vitales y **vivo** es lo que está en pleno uso de tales funciones que son: las digestivas, respiratorias, musculares, nerviosas, etc. . .

Experiencia 1.

Pon un ratoncito en una caja adecuada y dale agua y comida. Estará moviéndose normalmente por su jaula. Si le quitas el agua empezará a quedarse quieto y morirá al poco tiempo. Durará más si no le das de comer; pero también perderá sus fuerzas y morirá. Si lo pones en un frasco cerrado, donde no pueda entrar el aire, perecerá muy pronto, a menos que también co-

loques una planta viva junto a él. Si lo metes a la nevera, morirá congelado por el frío.

Todo esto te demuestra que los seres vivos necesitan un conjunto de facilidades para conservar la vida: agua; alimentos; oxígeno del aire y una temperatura conveniente.

Experiencia 2.

Siembra unos granos de maíz o de frijol en un poco de algodón mojado en agua, puesto en el interior de un frasco en un sitio aireado. A los pocos días verás aparecer una pequeña planta. Si la siembras en el jardín continuará creciendo. Si la pones cerca a la estufa se mustiará pronto. En la nevera morirá por el frío. Todo ello te dice lo mismo: **la vida existe en condiciones especiales** que, dentro de ciertos límites, no pueden faltar.

Con estas ideas haz algunos experimentos ideados por ti.

Conclusión: Entre los seres vivos y los inertes existen relaciones indispensables para la vida que deben respetarse.

Otros ejercicios: saca un calco de un mapa de Colombia y trata de señalar con colores diferentes los **biomas** colombianos, como son: selva tropical húmeda, desiertos, llanos herbáceos, etc., etc. según los recuerdes.

Para hacerlo mejor, añade los que falten o corrige tu dibujo después de consultar un atlas o un libro que trate el tema. Si no consigues esto, pregunta a personas que crees pueden saberlo mejor que tú.

UNIDAD 3

LA MATERIA

3.1 ¿Que es la materia?

Nuestra vida diaria supone estar en continuo contacto con la materia, siempre necesitamos objetos "materiales" ya sean sólidos como un lápiz; líquidos como el agua de nuestro vaso; o gaseosos como el aire que respiramos, todos son materia.

Los hombres más primitivos que conocemos, actuaron sobre la materia cuando rompieron una piedras para fabricar un instrumento cortante. Esto sucedía hace más de 2 millones de años y sigue hoy, cuando los científicos bombardean los átomos para conocer más cómo es la estructura de la materia.

La definición más simple dice: **Materia aquello que ocupa espacio y que constituye la sustancia del universo físico**. Así la tierra o el sol, el aire o el agua, todo cuanto vemos, tocamos o percibimos es materia. Un ladrillo o un hombre son materia.

Dura como el acero, capaz de tomar la forma del recipiente como el agua o impalpable como el oxígeno del aire, es decir, bajo la apariencia de un sólido, de un líquido o de un gas, siempre hallamos materia.

Lo importante es que tengamos muy clara esta idea: cualquiera que sea su forma o los cambios a que la sometamos, como al fundir el hierro o al hervir el agua y transformarla en vapor, siempre la **materia está formada por átomos**.

No es fácil imaginar el átomo. Decir que el grueso de esta página es igual al de algo más de un millón de átomos tocándose unos a otros, tampoco indica mucho.

La principal razón para estudiar ciencias, es la de descubrir aquellas cosas que aún desconocemos respecto a la materia.

3.2 ¿Qué es cuerpo?

Las formas sólidas de la materia nos dan la idea más directa de lo que es un cuerpo, porque las percibimos más fácilmente que las de un líquido o un gas. La presencia de un sólido nos parece estable.

La imagen que tenemos de los cuerpos, es ante todo, geométrica. Todo cuerpo está constituido por una parte finita del espacio de tres dimensiones y el cuerpo se separa del resto del espacio por un conjunto de puntos que constituyen su superficie o su contorno.

Un cuerpo, presenta además otras cualidades como peso, volumen, temperatura, color, etc. que lo hacen ser percibido de una manera definida, distinguiéndolo de otros cuerpos. Gracias a nuestros sentidos diremos que una manzana es suave al tacto y roja a la vista, y que un trozo de metal es brillante, duro, áspero, o sea que expresaremos cualidades de la materia.

3.3 Impenetrabilidad y divisibilidad.

Llamamos así a una propiedad de los cuerpos, que impide que, al mismo tiempo, uno esté en el lugar que ocupa el otro. La **impenetrabilidad** es una de las propiedades de la materia.

Cuando sumergimos un sólido en un líquido, al igual que cuando clavamos una puntilla en un pedazo de madera, no penetramos en el agua ni en la tabla, lo que sucede es que desplazamos al agua o separamos las fibras de la madera.

Divisibilidad.

Cuando tenemos un cuerpo y no olvidemos que todo cuerpo está constituido por materia, podemos tratar de dividirlo en trozos más pequeños. Partimos la madera, cortamos un alambre, llenamos varios vasos con el agua de un jarro o sacamos la mitad del aire de una llanta.

Si tomamos un terrón de sal común, podemos dividirlo en pedacitos más pequeños; si los molemos, obtendremos un polvo muy fino. Sea cual sea el tamaño, podemos comprobar que tiene igual sabor; pues solo ha cambiado su forma y no su composición.

La sal común es un compuesto de **cloro y sodio**, en determinadas proporciones. Ahora bien, el químico sabe cómo separarlas, es decir cómo dividir el cloruro sódico (sal común) en el gas venenoso, que es el **cloro** y el metal blando, que es el **sodio**; pero una vez separados estos, cuando él intente dividir el cloro, las partículas más pequeñas que puede lograr, son los átomos de cloro, e igualmente le sucederá con el sodio. Así llegamos a comprender cómo el átomo es la cantidad mínima en que se puede dividir un elemento.

3.4 Atomo.

Los átomos son tan pequeños, que no podemos verlos con nuestros más potentes microscopios.

En ella, se consignan los 105 elementos conocidos, clasificados por periodos y grupos. En los primeros, se juntan los cuerpos cuyos átomos tienen igual número de órbitas, y los grupos asocian los elementos por el número de electrones que tengan en su órbita más externa. El hidrógeno, por tener propiedades especiales y únicas, se coloca aparte.

Los elementos se disponen en el orden de su **número atómico**. Su peso atómico depende del número de protones y de neutrones que se hallan en su núcleo, el cual se indica también en la Tabla Periódica.

Para establecer el **peso atómico**, se tomó el de un átomo de carbono, como igual a 12, y los demás pesos se establecieron utilizando este, como unidad comparativa.

3.7 Moléculas.

Podemos definirla como la mínima porción de cualquier sustancia, que conserva las propiedades químicas de la especie a que pertenece. Es una estructura formada por átomos que se han unido.

MOLECULAS



ACETILENO



$\text{C}_2 \text{H}_2$



ETILENO



$\text{C}_2 \text{H}_4$

En la parte anterior hablábamos de los átomos, como la menor cantidad en que podemos dividir un elemento. Conocemos 105 elementos, pero son miles las sustancias que se forman con ellos; tales como la sal común, compuesta por átomos del elemento **cloro** y átomos del elemento **sodio** que citamos antes.

Todos hemos visto el vapor de agua que se produce cuando la calentamos; también las nubes están formadas por vapor de agua. En ambos casos se trata de **moléculas** de agua. Sabemos que estas moléculas que forman el agua, son el resultado de unir dos átomos de hidrógeno con uno de oxígeno.

Se acepta llamar **molécula** a toda unidad de una materia definida, formada por la reunión de

un número determinado de átomos. Esto nos permite comprender que se puede hablar de moléculas formadas por dos o más átomos de un mismo elemento. Es así, como se nos presenta el oxígeno, el hidrógeno y muchos otros elementos.

3.8 Símbolos y Fórmulas.

Hemos dicho que con los átomos, se forman todas las cosas que existen en el universo. Reunimos los 105 elementos formados por otros tantos átomos.

También sabemos que estos átomos, al combinarse, forman una gran cantidad de moléculas diferentes. Ahora bien, sería demasiado largo emplear para describir la composición de una gran molécula y más aún, las reacciones químicas; por esta razón los químicos emplean los **símbolos**, las fórmulas y las ecuaciones.

El símbolo que corresponde a cada elemento lo encontramos en la **Tabla de Elementos**; así: H, significa Hidrógeno; O, representa el Oxígeno; N, el Nitrógeno.

Una **fórmula** describe la composición de una molécula. Toda fórmula se compone de un grupo de símbolos, a los que se añaden números pequeños en la parte inferior derecha, (a estos números se les llama subíndices) y sirven para indicar el número de átomos de cada clase, que componen la molécula.

H_2O es la fórmula del agua, lo que significa:
 H_2 = Dos átomos de hidrógeno.
 O = Un átomo de oxígeno.

3.9 Mezcla y Combinación.

Cuando reunimos dos o más sustancias, de tal forma, que ninguna pierde sus propias características **químicas** y que después todas pueden ser separadas por medio físicos, decimos que se ha hecho una **mezcla**.

Veamos un ejemplo: Si tomamos azúcar y limaduras de hierro y las colocamos en un tarro, removiéndolas hasta que se mezclen bien, no será difícil separar las limaduras, empleando un imán.

De manera análoga haríamos, añadiendo agua hasta **disolver** todo el azúcar y filtrando el líquido. Después, dejando evaporar el agua, recuperaríamos el azúcar.

Recuérdese, que en este caso, **no hemos cambiado las características químicas del hierro ni las del azúcar.**

Combinación.

Cuando al reunir varios elementos, cambiamos sus características químicas y obtenemos una molécula de estructura diferente o sea una sustancia nueva, decimos que se obtuvo una **combinación**.

A las nuevas sustancias, obtenidas por una **combinación** química, las llamamos **compuestos** y la parte más pequeña de un compuesto es siempre una molécula.

Si raspamos la superficie oxidada de una puntilla, el polvo rojizo que separamos, contiene una gran cantidad de óxido de hierro.

Si seguimos limando la puntilla, aparecerá una superficie de color blanco brillante que prácticamente está compuesta por hierro (Fe).

El polvo rojizo, como vimos, tiene la **fórmula** $\text{Fe}_2 \text{O}_3$ (óxido de hierro).

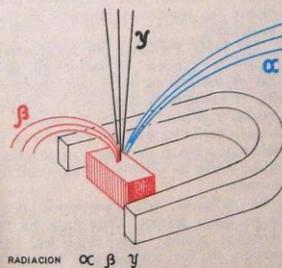
Las limaduras brillantes se presentarían simplemente con el **símbolo** Fe.

Observación: En realidad la puntilla de nuestro experimento, no es de hierro absolutamente puro, ya que en su fabricación pueden añadirse otros elementos para darle más dureza, más resistencia a la oxidación.

Solo en los laboratorios se dispone de elementos puros; los objetos que usamos en la vida diaria, casi siempre son fabricados por la **combinación de elementos puros.**

3.10 Desintegración atómica y transformación

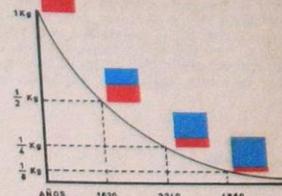
Algunos elementos son inestables (radiactivos); es decir, se descomponen más o menos rápidamente.



RADIACION α β γ

Llamamos **desintegración atómica**, el proceso por el cual un núcleo pierde partículas o porciones de energía. Este proceso se presenta como natural en los elementos radiactivos, cuya característica es la inestabilidad del núcleo de ciertos átomos que se transforman espontáneamente, al emitir una radiación.

Para imaginar lo que le sucede a un elemento o cuerpo radiactivo, pensemos en un motor cuyas piezas se gastan con el tiempo. Así aceptamos que el átomo de un elemento radiactivo



PERIODO MEDIO DE VIDA RADIOACTIVA

también va gastándose. No todos los átomos radiactivos, como hemos dicho, se desintegran por igual; unos gastan mucho tiempo y otros lo hacen rápidamente.

Transformación.

La radiación de un átomo radiactivo, se produce en su núcleo. Veamos un caso. El **elemento radio Ra**, contiene en el núcleo de su átomo 88 protones y 138 neutrones.

Su número atómico es 88.

Su peso atómico es 226, resultado de sumar 88 protones y 138 neutrones.

Cuando el núcleo emite una partícula alfa (formada por dos protones más dos neutrones) se reduce a 86 protones y 136 neutrones; en este momento su peso atómico será 222 (= 86 + 136). El elemento Radio, se ha transformado en Rn 222, nuevo elemento de nombre Radón.

Tanto los elementos radiactivos naturales, como el Uranio, el Torio y el Actinio, así como todos los elementos radiactivos, que no se encuentran en la naturaleza, siempre se transforman finalmente en plomo.

En estos casos se trata de procesos de radiactividad natural. Hoy día, el hombre puede inducir y producir los mismos fenómenos, artificialmente, en los laboratorios que cuentan con equipos altamente especializados.

3.11 Ley de Conservación de la Materia.

La Ley fundamental de la materia fue promulgada por Lavoisier en 1774 así:

Nada se crea, nada se destruye, todo se transforma.

La idea de que la masa o materia no puede ser creada ni destruida, supone que en cualquier reacción o interacción que altere las propiedades de una sustancia, no se modifica la masa total; p. Ej., cuando arde el carbón, la masa de todos los productos de combustión, como hollín, los gases que se desprenden y las cenizas que quedan, equivalen a la

masa original del carbón empleado, más la del oxígeno en que reaccionó.
Supongamos un ejemplo numérico:
Si quemamos **10 Kilos** de carbón, al final tendríamos: 2 kilos de cenizas + 2 kilos de resinas + 6 kilos de gases desprendidos = 10 kilos.

Palabras nuevas:

Materia
Número atómico
Neutrón
Electrón
Núcleo (del átomo)

Órbita
Elemento
Símbolo
Mezcla
Disolución

Plutonio
Protón
Peso atómico
Radiactivo
Desintegración

RETENGAMOS LO ESENCIAL DEL TEMA

- Las **palabras nuevas** que figuran al final de cada unidad, no son para memorizarlas. Todos necesitamos poseer el vocabulario mínimo y especializado que emplea la prensa diaria; debemos saber qué significan estos términos técnicos, para entender lo que leemos sobre los avances científicos de importancia.
- Lo que caracteriza la materia es:
 - Ocupan un lugar en el espacio.
 - Se presenta en los estados: sólidos, líquidos y gaseosos.
 - Siempre está formada por átomos.
 - Puede determinarse su peso y volumen.
 - Aparece con diferentes características, que nuestros sentidos perciben, como color, textura, dureza, olor, etc.
 - Es impenetrable y es divisible hasta el límite del átomo.
- Qué es y cómo es un átomo?
 - El núcleo está constituido por protones y neutrones.
 - Los protones tienen carga eléctrica positiva; los neutrones carecen de carga eléctrica y dan el peso atómico diferente a cada elemento.
 - Alrededor del núcleo los electrones giran en órbitas fijas, en las cuales solo cabe un número máximo de electrones, cuya carga eléctrica negativa, compensa la positiva del núcleo.
 - El átomo es eléctricamente neutro,

4. A cada elemento le corresponde un símbolo de los elementos que la forman y la cantidad de cada elemento que la compone. Con los símbolos de los elementos y la cantidad de átomos que intervienen pueden explicarse las reacciones químicas en forma de ecuaciones.

5. La **Tabla Periódica de los Elementos** nos permite conocer la estructura de las órbitas de los átomos, el número atómico de orden, el número de protones y neutrones del núcleo y el peso de cada elemento.

La tabla periódica es primordialmente para consultar y carece de valor aprenderla o memoria, antes de estudiar la especialización en química.

6. La molécula está constituida por la unión de varios átomos. Cada sustancia tiene características propias, que dependen de la disposición de los átomos que forman sus moléculas.

7. En dos formas diferentes podemos reunir dos o más sustancias, **mezclándolas** o **combinándolas**.

En la mezcla, siempre es posible recuperar las sustancias componentes y estas no se transforman ni pierden sus características propias.

En la combinación, se obtiene una sustancia química nueva, originada en la formación de moléculas diferentes a las que existían en las sustancias que intervinieron.

8. Los 105 elementos, hasta hoy conocidos, se pueden dividir en **estables**, o sea, los que por sí mismos no se modifican, y **radiactivos** o inestables.

tables, porque al emitir radiaciones van desintegrándose y al cabo de un tiempo se transforman en otros elementos estables.

9. Todo cuanto conocemos, respecto a la materia, nos lleva al conocimiento de la más importante ley científica:

Nada se crea, nada se destruye: todo se transforma.

El contenido de la Unidad 3, lleva como conclusión a esta ley, que debe ser recordada siempre.

NOTA: En las siguientes unidades los resúmenes serán mucho más esquemáticos. El alumno sacará gran provecho si redacta aquellas ampliaciones que le permitan una revisión completa de cada unidad. Nuestra redacción anterior puede servirle de ejemplo.

TRABAJOS PRACTICOS

Lo más importante es que te formes un concepto claro sobre la **materia** y su estructura. Fíjate en los dibujos que representan los átomos y aprende a manejar la tabla periódica que aparece en el libro. Léela así:

Número atómico = Número de protones en el núcleo.

Número de **electrones** en órbita.

K Q U O P Q R 2 8 14 2 26 Fe 55.847

Fe = **Símbolo** del elemento.

Peso atómico = Peso del átomo comparado con el de un átomo de carbono que se fija exactamente como 12.

Se busca en la tabla, qué elemento tiene el número atómico 92 y anota, cuántos electrones tiene, cuántos protones y cuál es el nombre que corresponde al símbolo Σ . Añade lo que recuerdes sobre este elemento o busca en algún libro o diccionario datos sobre el mismo.

QUE ES MEZCLA Y COMBINACION

Experiencia 1.

En una olla pequeña echa unos dos dedos de agua y disuelve unas tres cucharadas de azúcar o de sal de cocina. Echa esta solución en un vaso de vidrio y verás que no tiene ni un solo grano de la sustancia. Pásala de nuevo a la olla y ponla al fuego hasta evaporar el agua: la sal o el azúcar están ahí en el fondo; el agua se evaporó. Esto prueba que era una **mezcla**.

Si quieres hacerlo más interesante: en un papel, reúne lo más íntimamente posible un poco de polvo de carbón y una cucharada de azúcar, hasta que todo se vea casi negro. Echalo en agua y agita. Filtra por un trozo de algodón: el líquido que pasa es limpio y el carbón se quedó en el algodón. Evapora el agua: en el fondo del recipiente aparecerá el azúcar. Como para separar los cuerpos has empleado solamente medios físicos, se trata de una **mezcla**.

Experiencia 2.

Consigue un poco de ácido clorhídrico (con cuidado debes manejar estas sustancias) y de solución de nitrato de plata, en una farmacia. Ambos líquidos son transparentes y no tiene ningún sólido, como puedes comprobarlo a simple vista. En un vaso de vidrio, echa un poco de agua limpia y un chorrito del ácido clorhídrico y agita. Luego, vierte unas gotas de la solución de nitrato de plata: verás aparecer una opacidad blanquecina primero y luego, unos copos blancos que poco a poco, van cayendo hacia el fondo del vaso. Se ha formado cloruro de plata que no es soluble en agua y por eso "precipita" que es como, en química, se llama este fenómeno. Por ningún medio físico, puedes recuperar, ni el ácido clorhídrico ni el nitrato de plata, porque ya se han **combinado** para producir cloruro de plata.

En un libro elemental de experimentos químicos para jóvenes, puedes hallar muchos experimentos de este tipo, todos muy bonitos e interesantes y si pones cuidado en seguir las instrucciones, no tendrás peligro. **LO IMPORTANTE ES SEGUIR SIEMPRE CON EXACTITUD LAS INSTRUCCIONES DEL LIBRO.**

La Química es una ciencia que ofrece ratos de mucho agrado a quien se aficiona a ella y constituye uno de los pilares más importantes de la industria.

CARACTERÍSTICAS Y COMPORTAMIENTO DE LOS CUERPOS

4.1 Cómo se nos presentan los cuerpos.

Cuando observamos las cosas del mundo que nos rodea, deducimos que es fácil reconocerlas como **sólidos**, una piedra; **líquidos** como, el agua; **gases** como, el aire.

También la simple observación nos permite descubrir que un mismo cuerpo puede presentarse en cualquiera de los tres estados; sólido, líquido o gaseoso.

Vemos que el hielo aparece como la forma sólida del líquido agua, y al calentarla, vemos aparecer el vapor de agua que se nos presenta como un estado gaseoso de la misma.



ESTADOS DE LA MATERIA

Nunca debemos olvidar que lo que distingue estos estados de la materia no es la constitución de las moléculas, sino los lazos que les unen entre sí.

4.2 Naturaleza del estado sólido.

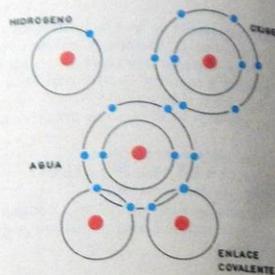
Hemos visto que los átomos pueden unirse. El enlace de un átomo con otro es de naturaleza electrónica, o sea que intervienen fuerzas de carácter eléctrico.

Las moléculas a su vez se unen entre sí, en forma similar a los átomos.

Veamos un caso que nos permite comprender la estructura de los sólidos; en el cloruro sódico (sal común), los iones positivos son de sodio y los negativos de cloro. Se mantienen en equilibrio solo cuando los iones están orientados en determinada forma y separados a determinada distancia. Es precisamente esta posición o estructura de sus átomos lo que da las características de su estado sólido.

Los sólidos se nos presentan como **estructuras cristalinas** o como **sólidos amorfos**.

La estructura de los cristales, es la de un edificio en que las moléculas ocupan posiciones regulares y simétricamente dispuestas. Estos cuerpos "crecen", aumentándose con nuevas moléculas un **sólido amorfo**.



Una forma intermedia es la de los cuerpos **semicristalinos**.

Por su estructura interna (disposición de sus moléculas) el vidrio, es en realidad un líquido que "aparece" como de forma sólida.

4.3 Estado líquido.

Un **sólido cristalino**, presenta una distribución perfecta de sus moléculas. Ahora bien, si le calentamos a suficiente temperatura, se efectúa su fusión, es decir: conseguimos agitar lo suficiente sus moléculas como para vencer las fuerzas de cohesión que las mantenían ordenadas.

En el estado líquido no existe el orden entre las moléculas, sino a pequeña distancia, y aun este orden puede romperse, si seguimos aumentando la temperatura hasta el punto de ebullición cuando, prácticamente, cada molécula se ve independiente de sus vecinas; en este momento aparece la forma gaseosa.

El **estado líquido**, es la fase intermedia entre la etapa de perfecta ordenación molecular del sólido y la otra, de completo desorden, de las moléculas del gas.

4.4 Estado gaseoso.

En el estado gaseoso la materia está muy **rarificada**; esto significa que la misma cantidad de materia, ocupa un gran volumen en el estado gaseoso. En otra forma: podemos decir que la materia gaseosa comprende mucho más espacio "vacío" que espacio "lleno".

En el estado gaseoso las moléculas se agitan desordenadamente, chocan tanto entre sí como contra las paredes del recipiente que las contiene; pero como hay un espacio "vacío" entre ellas, es posible comprimirlas, obligándolas a que se acerquen más, unas a otras. En este caso, aumentará la presión que las moléculas ejercen contra las paredes del recipiente en que se halle encerrado el gas.

Estudiaremos en otro capítulo los fenómenos que se producen al comprimir las moléculas de los gases.

4.5 Otros estados.

Acostumbrados a observar que en nuestro mundo los cuerpos se presentan en sus estados sólidos, líquidos y gaseosos, siempre nos sorprende saber que la mayor parte de la materia de que se compone el universo, se encuentra en estado de **plasma**.

El **estado de plasma**, es el de un gas compuesto por un número igual de cargas eléctricas libres, positivas y negativas, es decir iones positivos y electrones.

Para alcanzar el estado de plasma, se requieren temperaturas altísimas; a veces, millones o cientos de millones de grados. Pero así se encuentra la materia en las estrellas y en nuestro sol o en los espacios interestelares. Una forma de plasma se obtiene en la llama de un soplete, como el que se usa para soldar metales.

4.6 Cambios de estado.

Los límites entre los estados sólido, líquido y gaseoso de la materia, no son absolutamente rígidos. Existen estados intermedios y fusiones progresivas.

Las presiones y las temperaturas tienen una gran influencia en los cambios de estado de la materia.

Veamos qué sucede cuando un gas, contenido en un recipiente, es sometido a presiones que van en aumento:

- Las moléculas gaseosas se aproximan unas a otras.
- La distancia entre las moléculas, llegará a reducirse a la dimensión de las distancias de los átomos que forman la molécula.
- Así se crean las fuerzas de cohesión que impiden el movimiento agitado que tenían originalmente.

d. Por acción de la gravedad se reunirán las moléculas en el fondo del recipiente, donde ocuparán un volumen limitado con una superficie horizontal.

En este momento se ha producido un cambio de estado y nos hallamos ante un cuerpo en estado líquido.

Si continúa aumentando la presión, las moléculas ocuparán, al cabo de un tiempo, unas posiciones fijas en el espacio.

El líquido se ha transformado en sólido. Un proceso similar se obtiene, cuando se producen descensos de temperatura. Así, enfriando el aire, cuando conseguimos que su temperatura llegue a -147°C , el aire pasa al estado líquido, y si pudiésemos alcanzar el cero absoluto, $-273,16^{\circ}\text{C}$, el aire (como cualquier otra sustancia) tomaría la forma de un sólido.

4.7 Características materiales de los cuerpos.

Para comprender la estructura de la materia y definir los cuerpos y sus propiedades, es necesario conocer sus principales características como son las siguientes: cohesión, dureza, maleabilidad, ductilidad, elasticidad, fragilidad y adherencia.

A. La cohesión.

La cohesión es una propiedad característica de la materia, que se origina en las fuerzas de atracción entre las moléculas.

Esta tendencia a que se mantengan unidas las distintas partes de igual composición de un cuerpo, actúa también en los líquidos y los gases. Ya señalamos antes, que cuando las moléculas que los forman se acercan hasta estar próximas, un gas puede convertirse en líquido o el líquido en sólido.

El calor al fundir un sólido o evaporar un líquido, actúa contra las fuerzas que mantenían unidas las moléculas.

B. La dureza.

Se entiende por dureza, la resistencia que opone un material a la penetración, al rayado, a la abrasión o rozamiento o al corte o taladro.

Para medir la dureza se han establecido diferentes escalas; la más comúnmente usada se refiere a la dureza, al rayado. Se conoce con el nombre de escala de Mohs y toma como tipos, diez minerales, así:

1, talco; 2, yeso; 3, calcita; 4, fluorita; 5, apatito; 6, ortoclasa; 7, cuarzo; 8, topacio; 9, corindón y 10, diamante. Cada uno de estos minerales, es rayado por el orden superior, o sea el diamante raya a todos.

C. La maleabilidad.

En su sentido estricto, maleabilidad es la capacidad de un metal para ser laminado o martillado, sin que se rompa.

No debemos olvidar que al calentar un metal será más fácil doblarlo, estirarlo o darle diferentes formas golpeándolo, sin que se rompa. Esto obliga a tomar en cuenta, bajo qué condiciones establecemos la característica de maleabilidad.

D. La ductilidad.

Es la característica de ciertos materiales cuya forma podemos cambiar, sin que se rompan. Comprobamos la ductilidad, al estirar un material.

Así el vidrio no puede estirarse sin que se rompa casi inmediatamente; mientras que un "chicle" puede estirarse hasta quedar delgado como un hilo; diremos de él, que es muy dúctil.

E. La fragilidad.

Decimos que una materia es frágil, cuando se rompe sin deformación. Por lo tanto frágil, es lo opuesto a dúctil.

Para doblar una puntilla necesitamos un esfuerzo; como ésta es dúctil, se dobla pero no se rompe. Con igual esfuerzo, si en lugar de la puntilla tomamos un lápiz, éste se rompe (frágil), y no se dobla.

F. La elasticidad.

Es la propiedad por la cual un material sólido, cambia de forma y tamaño bajo la acción de fuerzas opuestas, pudiendo recobrar su forma original, cuando aquellas fuerzas dejen de actuar.

El ejemplo, que más fácilmente podemos observar, nos lo proporciona una tira de caucho.

G. La adherencia.

Se origina en la fuerza de atracción que mantiene juntos y unidos dos cuerpos diferentes. Por lo tanto, las fuerzas adhesivas son de igual naturaleza a las fuerzas de cohesión que vimos anteriormente.

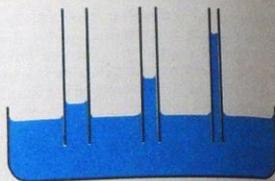
Cuando dos cuerpos diferentes entran en contacto y se mantienen unidas, hablamos de adherencia.

Para mantener unidas dos sustancias diferentes, generalmente, empleamos un adhesivo. Así, la cola de carpintero, los cementos plásticos, etc. son los adhesivos que usamos para "pegar" o unir materiales diferentes.

4.8 Difusión.

Es la acción de propagarse o dispersarse una materia en otra. Esta propiedad se manifiesta claramente en los líquidos y los gases. Así, se mezclan dos o más gases diferentes, las moléculas de cada uno se reparten o difunden uniformemente en el recipiente que las contiene y su mezcla contendrá la misma proporción de cada gas, en todas las partes del recipiente.

En los líquidos podemos observar el mismo fenómeno, si bien sus moléculas se mueven con menos libertad que en los gases.



CAPILARIDAD

4.9 Capilaridad.

Los líquidos que mojan las paredes de un tubo muy delgado, se elevan a una altura que depende del radio del tubo. Este fenómeno se llama **capilaridad**.

Un tubo capilar, como los de vidrio que se usan en los laboratorios, puede ser rígido; pero en los tejidos vegetales y animales, pequeños tubos capilares, menos rígidos, permiten el transporte de sustancias, como la savia en las plantas o el paso de la sangre hasta los músculos, en los animales.

RETENGAMOS LO ESENCIAL DEL TEMA.

1. Estados en que se presenta la materia (sólido, líquido o gaseoso)
2. Los sólidos se nos presentan como: **estructuras cristalinas, semicristalinas o amorfas**. Ello depende de la disposición de sus moléculas; desde una simetría regular fija, a posiciones desordenadas sin simetría.
3. Al reducirse las **fuerzas de cohesión** que mantienen la disposición de las moléculas en un sólido, se pasa primero al estado líquido y después al estado gaseoso, cuando las moléculas son independientes y desligadas de las demás.
4. El estado gaseoso supone la **rarificación** de las moléculas, o sea, que en el volumen total ocupado por un gas es mayor el espacio vacío que el estado ocupado por las moléculas. Si reducimos el "vacío" obligando a que las moléculas estén más cercanas, aumenta la presión, que éstas ejercen, al chocar contra las paredes del recipiente que contiene gas.
5. La presión y la temperatura influyen en el

estado sólido, líquido, gaseoso o de plasma en que se nos presenta la materia.

Al aumentar la presión un gas se transforma primero en líquido y luego en sólido.

Mientras la temperatura puede elevarse en millones de grados centígrados, solo puede descender a $-273,16\text{ }^{\circ}\text{C}$ o sea a **cero absoluto**; en este caso, cualquier sustancia se presentaría como un sólido y de hecho se detendría el movimiento de los átomos.

6. A nivel molecular existe una fuerza de atracción (entre las moléculas), que conocemos como **cohesión**.

7. Según sea la posición de sus moléculas, cada sustancia presenta una determinada **dureza** o resistencia a ser penetrada, rajada, limada o cortada.

8. Las características de una sustancia sólida se definen por su: **cohesión molecular, dureza, maleabilidad, ductilidad y elasticidad**.

INSTITUTO LUCAS PACIOLO
BIBLIOTECA
BARRANQUILLA, C.R.

TRABAJOS PRACTICOS

COMPRUEBA ALGUNAS PROPIEDADES DE LOS CUERPOS.

Experiencia 1.

Si tomas un trozo de lámina de cobre o de latón de unos 10 cms. de lado y la golpeas suavemente con un martillo de bola pequeño sobre un trozo de hierro (preferible que tenga una concavidad) vas a ir conformando una pailita como las que hacen los gitanos.

Esto te demuestra cómo la temperatura (que se eleva el golpear el martillo) influye en la cohesión de las moléculas y poniéndolas en movimiento caliente la lámina, permitiendo darle la forma deseada. Por otra parte, así has conocido la **maleabilidad**.

Experiencia 2.

Consigue un par de pinzas aisladas (de esas que tienen protección de plástico en el mango) y un trozo de alambre de hierro como de unos 30 c.s. de largo. Calientas el alambre y con las pinzas, tiras de los extremos firme pero suavemente. Déjalo enfriar. Vuelve a medir y observarás que el alambre ha aumentado de longitud y disminuido de grosor. Es que, debido a la **ductilidad**, las moléculas han cambiado de sitio y se han dispuesto mayor número de ellas en sentido longitudinal.

Con el mismo alambre (es preferible que sea grueso) puedes hacer esto: lo calientas en el centro y lo doblas con las pinzas, no se rompe porque la maleabilidad y la ductilidad son propiedades que, por lo común, los cuerpos las tienen conjuntamente. Si en vez de alambre, fuera una varillita de vidrio fría se quebraría al tratar de doblarla: su dureza la hace frágil.

Experiencia 3.

Procurate un pedazo de papel secante de unos 5 cm. de ancho por 30 o 40 cm. de largo. En un vaso, mezcla tinta roja, verde, azul, negra. Mete un extremo de la tira de papel en el líquido dejándola colgada de un pincho para ropa. Al cabo de unas horas verás que por **capilaridad** se ha subido la tinta; pero te llamará la atención que hay franjas de distintos colores porque no todos los pigmentos "suben" a igual velocidad. Esta prueba de capilaridad, además, debe interesarte porque en ella se basa un método de análisis químico que se llama "cromatografía" el cual se emplea muchísimo para investigar sustancias. Este experimento es muy bonito si lo haces con hojas de un árbol, machacándolas y poniéndolas en un poquito de alcohol.

Palabras nuevas:

Electrovalencia
Ion
Amorfo
Semicristalino
Cristalino

Cohesión
Rarificado
Plasma
Abrasión
Maleabilidad

Elasticidad
Adherencia
Difusión
Capilaridad

LA ENERGÍA

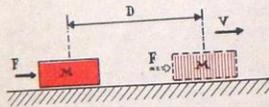
5.1 ¿Qué es la energía?

Cuando vemos una montaña, tocamos un árbol o acariciamos un gato, nos es fácil entender que son **materia** porque ellos ocupan un lugar en el espacio, y podemos verlos, palparlos y olerlos, etc.

Lo que no es tan sencillo, es comprender cómo todo el Universo, desde las partículas que forman el átomo, hasta las enormes masas de las galaxias, son a la vez, **materia y energía**. La energía no se puede ver, ni tocar: simplemente está ahí, porque si no, no existiría la materia.

El hombre intuyó desde muy antiguo, que debía existir una fuerza que **conformara** las partículas que componen los cuerpos; pero tardó siglos para poder definirla.

Fue en 1.807, cuando Thomas Young propuso la palabra energía (del griego *ergon*, que significa trabajo), para explicarla como "la capacidad para efectuar un trabajo".



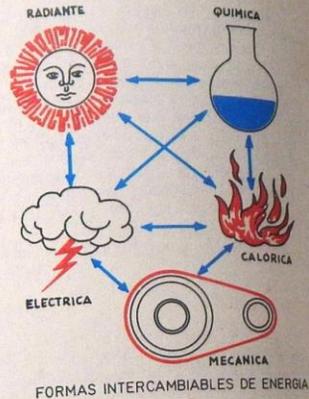
TRABAJO = FUERZA X DISTANCIA RECORRIDA.
 m = MASA DEL OBJETO TRASLADADO.
 v = VELOCIDAD DEL TRASLADO.

5.2 ¿Qué es trabajo?

En su sentido exacto, se entiende como trabajo la aplicación de una fuerza a través de una distancia; no importa cuán corta o larga sea ésta. Como empleamos la palabra trabajo para infinidad de cosas, es necesario que dejemos claramente establecido, que para la Física se entiende por trabajo la acción ejercida por un cuerpo para mover a otro.

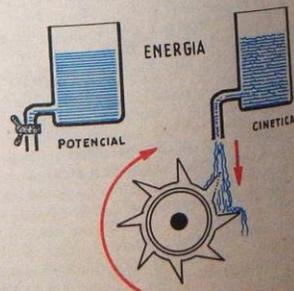
5.3 Diferentes clases de energía.

La energía en forma de trabajo, se nos manifiesta en diferentes acciones como: **mecánica, calorífica, luminosa, química, eléctrica y nuclear.**



1. Energía mecánica (cinética y potencial).

La **energía mecánica**, que nos es más familiar, la observamos en los objetos en movimiento, en la acción de un martillo golpeando, en la piedra lanzada al aire. Para analizar todos estos movimientos, se han establecido dos tipos de energía: **cinética y potencial.**



FORMAS DE ENERGÍA

Cuando una piedra rueda por una pendiente, la energía que demuestra se llama cinética; pero si la misma piedra está quieta en lo alto de la pendiente, no significa que no posea energía: Allí hay energía como agazapada en ella; ésta es la **energía potencial.**

Veamos otro caso: si almacenamos agua en un depósito, podemos **suponer su energía potencial**: pues sabemos que si la dejamos caer sobre una rueda con paletas o una turbina situada a un nivel inferior, la fuerza de caída del agua hará mover la turbina, y obtendremos **energía cinética.**

La **energía potencial**, que no lleva a cabo ningún trabajo, puede imaginarse como energía almacenada, dispuesta a servir, a manifestarse. En muchos casos la gravedad es fuente de energía. Una gran cantidad de energía potencial se crea por acción de la gravedad.

La caída de un objeto se debe a la atracción de la gravedad. El giro de los planetas alrededor del sol, obedece a las leyes de la gravedad. Así, el movimiento de todo el universo se manifiesta como energía que lleva a cabo un trabajo.

2. Energía calorífica.

El **calor** al ser utilizado para producir el vapor en una caldera o para la combustión de sustancias que se transforman en gases, como en el motor de un automóvil, puede transformarse en el movimiento de piezas mecánicas y producir así un trabajo. Hoy se aprovecha el calor del sol, mediante aparatos especiales, para calentar agua, cocinar, proporcionar calefacción a un edificio etc.

3. Energía radiante o luminosa.

Aunque gozamos de la luz, no tenemos facilidad para apreciar esta forma de energía en forma directa o inmediata; no obstante, el universo, está colmado de enormes cantidades de energía luminosa, originada en las estrellas semejantes a nuestro sol.

Si pensamos que las plantas verdes viven y crecen, gracias a la luz que reciben del sol, y que los animales y el hombre viven de estas plantas, podemos comprobar indirectamente su importancia.

Además de la luz, las ondas de radio, los rayos X o las radiaciones gama de una explosión atómica, son otras tantas formas de energía radiante.

4. Energía química.

Toda reacción química se produce con intercambio de energía; lo que es comprobable, porque el recipiente donde esto ocurre, se calienta

o se enfría. Siempre que hay movimiento de átomos o de moléculas, hay trabajo.

Las moléculas químicas contienen energía; así, los alimentos que comemos nos servirán para, realizar un trabajo, y al quemar el carbón o el petróleo, liberaremos en forma de calor, la energía que tiene su origen en el proceso químico llamado oxidación.

5. Energía eléctrica.

Es la energía de los imanes de las corrientes eléctricas o de la combinación de ambas y puede transmitirse por cuerpos conductores para accionar motores, iluminar, refrigerar, etc... porque es una de las formas de energía más transformable económicamente.

6. Energía nuclear.

Es la energía del núcleo del átomo, donde se originan las fuerzas que mantienen unidas las partículas más pequeñas de la materia. Siendo esta forma de energía de poder extraordinario, solo recientemente comenzó a ser utilizada por el hombre; de enorme importancia en el universo, puesto que cada estrella es un horno nuclear y hay millones de millones de soles, fuentes inagotables de energía por la fisión nuclear de los átomos.

5.4 Ley de la conservación de la energía.

Uno de los principios básicos de la ciencia es la **ley de la conservación de la energía**, que se formula así: "la energía no puede ser creada ni destruida, sino solamente transformada" y cualquiera que sea la transformación, ésta no se aumenta ni se pierde.

Compárese esta ley con la de conservación de la materia.

En muchas ocasiones puede ocurrir, que no podemos utilizar de nuevo la misma energía, o no podemos recuperar la energía "gastada" en un trabajo y parecemos que se pierde o se "destruye"; pero, analizando con detalle, comprobaremos cómo cada vez que empleamos una cierta cantidad de energía, la transformamos de dos maneras: **trabajo útil, o en movimiento inútil**, que es justamente el calor inútil.

Esto es, aquella energía que se emplea en obtener este propósito, no nos parece "gastada" porque está utilizada; mientras por no poder utilizar de nuevo el resto, lo consideramos **gasto de energía utilizable.**

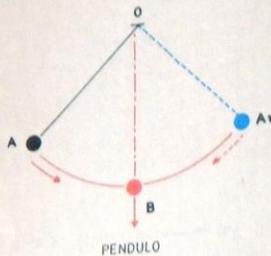
A un automóvil debemos ponerle gasolina cada cierto tiempo, de acuerdo con el trabajo realizado por la máquina. Al parecer "se acabó la gasolina" pero lo cierto es que la energía de sus moléculas se ha transformado en energía meca-

nica, calórica, etc... viéndose parte de ella en los gases que salen por el escape, cuyas moléculas tienen, desde luego, energía no utilizable en el trabajo útil.

Además, es evidente que entre las piezas móviles y las fijadas, se ha producido fricción, con el consiguiente calentamiento, esto es producción de un trabajo inútil.

5.5 El péndulo, un caso de manifestación de energía.

El péndulo consiste en una masa o cuerpo suspendido por un hilo. Si desplazamos hacia un lado su masa y la dejamos libre, la fuerza de gravedad atrae el cuerpo hacia el punto más bajo; el movimiento no se detiene, y el cuerpo sube en dirección contraria y comienza a oscilar.



Podemos observar primero en este movimiento una transformación constante de energía cinética en energía potencial. En el punto más bajo de su oscilación, el péndulo alcanza su velocidad máxima y toda su energía es cinética; mientras en sus puntos más altos, donde se detiene para regresar, toda su energía es potencial.

Si esperamos suficiente tiempo, veremos cómo el péndulo se detiene en su posición más baja: parecería que su energía ha desaparecido, pero si observamos con precisión, comprobamos que en su vaivén, el péndulo, al rozar con el aire, produjo un ligero calentamiento tanto del aire como del péndulo mismo, transformando así la energía mecánica en energía térmica, y si bien, ésta ya no se puede utilizar, en realidad la energía no se ha destruido.

5.6 Energía, trabajo y potencia.

Cuando levantamos un peso del suelo, empleamos cierta cantidad de energía desarrollada por nuestros músculos.

Para medir el trabajo, se estableció la unidad kilogrammetro.

Cuando levantamos un kilogramo a un metro de altura, empleamos 1 kilogrammetro. Si lo levantáramos hasta cinco metros, emplearíamos 5 kilogrammetros.

Podemos así decir, que el trabajo, es igual a la fuerza multiplicada por el desplazamiento o distancia recorrida.

Obsérvese que el tiempo transcurrido en la realización de un trabajo, no modifica la cantidad de trabajo realizado. Si para levantar un kilo a un metro de altura, lo hacemos en un segundo, un kilogrammetro. Ahora bien, la velocidad no es la misma y cuanto más rápido sea el trabajo, mayor ha de ser la potencia a emplear.

Así necesitaremos motores más potentes, si queremos reducir el tiempo para realizar un mismo trabajo.

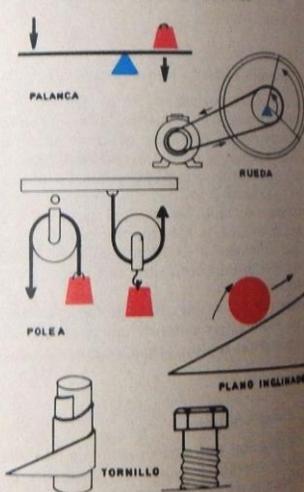
La potencia viene dada por la relación entre la cantidad de energía utilizada, o de trabajo realizado, y el tiempo empleado en realizarlo.

5.7 Las máquinas.

Son combinaciones de cuerpos rígidos o resistentes con movimientos capaces de realizar un trabajo.

Aun las máquinas más complicadas pueden descomponerse en conjuntos pequeños, y comprobarse que su funcionamiento, utiliza como base, las que llamaremos máquinas simples o fundamentales.

LAS MÁQUINAS FUNDAMENTALES



5.8 Las máquinas simples.

El grupo de máquinas simples comprende: la palanca, la rueda, la polea (o aparejo), el plano inclinado, la cuña y el tornillo.

La acción de las máquinas equivale a la realización de un trabajo, y debemos tener siempre presente, que el trabajo es el producto de la fuerza por la distancia recorrida.

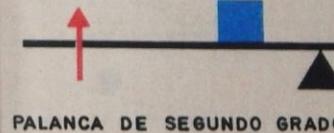
En general el objeto de las máquinas es transformar la energía en trabajo. Las máquinas simples nos permiten usar nuestra fuerza con mayor provecho; obteniendo la ventaja, de efectuar trabajos muy superiores a la fuerza que el hombre tiene.

Supongamos que se trata de levantar un peso de 200 kg. y el hombre, solo puede emplear 50 kg. de fuerza. Entonces decide emplear la ventaja de una palanca, como veremos: el peso que debe ser levantado, se llama resistencia; la fuerza necesaria para levantarlo, potencia, y la ventaja mecánica, es la que nos permite levantar un peso de 200 kg. (resistencia), empleando solamente 50 kg. de fuerza (potencia), al usar la palanca (máquina). La ventaja mecánica responde a la siguiente fórmula:

$$\text{Ventaja mecánica} = \frac{\text{Resistencia}}{\text{Potencia}}$$



PALANCA DE PRIMER GRADO



PALANCA DE SEGUNDO GRADO



PALANCA DE TERCER GRADO

5.9 Palancas.

Toda palanca se compone de una barra rígida que puede girar sobre un punto fijo, y sirve para multiplicar la fuerza o el desplazamiento.

Al aplicar la fuerza en un punto de la palanca, (potencia), podemos ejercer una fuerza mayor en otro punto (resistencia).

Por la posición que ocupan el fulcro o punto de apoyo, la resistencia y la potencia, las palancas pueden ser de primero, segundo y tercer grado.

Palanca de primer grado.

El fulcro se encuentra entre la potencia y la resistencia.

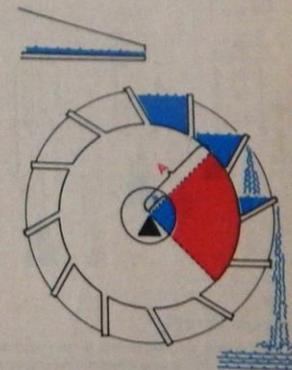
Palanca de segundo grado.

El fulcro se halla en un extremo, la potencia en el otro y la resistencia entre el punto de apoyo y la potencia.

Palanca de tercer grado.

El fulcro está situado en un extremo, la resistencia en el otro y la potencia entre ellos. En este caso, se pierde en fuerza lo que se gana en desplazamiento.

Al observar con atención los esquemas, podremos establecer numerosos ejemplos de palancas entre los objetos de uso más común.



LA RUEDA

5.10 Ruedas.

El principio de operación de una rueda, es el mismo que el de la palanca. De hecho una rueda es una palanca, que puede dar vuelta a los 360° del círculo. La rueda supone un eje y éste equivale al fulcro o punto de apoyo de la palanca.

La mayor diferencia entre estas dos máquinas, estriba en que la rueda permite operar a las fuerzas a través de una distancia mucho más grande.

Lo mismo que en una palanca, la cantidad de fuerza deriva de la relación entre el radio del eje y el radio de la rueda.

En las ruedas podemos mantener el eje siempre en el mismo lugar (como en un molino de agua), o el eje y la rueda pueden desplazarse, como las de un vehículo.

Obsérvense cuidadosamente los gráficos, y verifíquese por qué actúan las ruedas según los principios de las palancas.

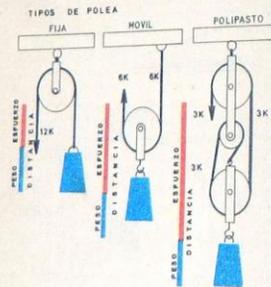
5.11 Las poleas.

Por su forma, la polea es una rueda que se utiliza en combinación con un cable. Por su disposición, las dividimos en: **poleas fijas, móviles y compuestas o polipastos.**

La polea es fija cuando gira sobre un eje que no se desplaza.

Esta disposición no proporciona ninguna ayuda, pues el peso que subamos o bajemos es igual a la potencia ejercida.

Diremos que su **ventaja mecánica** es 1 porque un segmento de la cuerda sostiene el peso y el esfuerzo y peso son iguales.



Polea móvil sencilla.

Su disposición es la siguiente: un extremo del cable está fijo en un sitio colocado en un punto alto, y en la mitad del cable se encuentra la polea a la cual amarramos el peso, mientras en el otro extremo del cable ejercemos la fuerza o tracción para elevarlo.

Esta disposición de la **polea móvil** divide por dos la potencia para mover un peso. Así, una potencia menor vence una resistencia mayor. Su ventaja mecánica es 2.

Polea compuesta o polipasto.

Una combinación de poleas fijas y móviles nos permite obtener mayor ventaja mecánica, o sea vencer una gran resistencia con una pequeña potencia. Naturalmente, en este caso, perdemos en velocidad lo que ganamos en fuerza.

Obsérvense y compárense cuidadosamente la disposición de los tres tipos de poleas y las relaciones peso-distancia y esfuerzo-distancia.

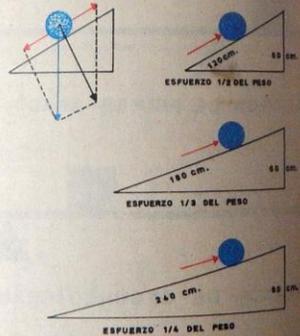
5.12 El plano inclinado.

Cuanto más suave es una pendiente, tanto más fácil es subirlo; el plano en pendiente de una rampa o de una carretera es un plano inclinado.

La ventaja mecánica que obtenemos levantando una carga sobre un plano inclinado, es igual a la relación entre la longitud y la altura. Para un objeto sobre un plano hallamos dos fuerzas: la vertical, ejercida por la gravedad y otra, paralela al plano. Para mover el objeto, solo necesitamos neutralizar la fuerza paralela.

Supuesto que no hay fricción, si la longitud del plano es diez veces mayor que la altura, el esfuerzo de empuje será una décima parte del peso a subir.

EL PLANO INCLINADO



Obsérvense cuidadosamente los diagramas, y dedúzcase, por qué también en un plano inclinado, la disminución de fuerza es proporcional al aumento de distancia.

La cuña.

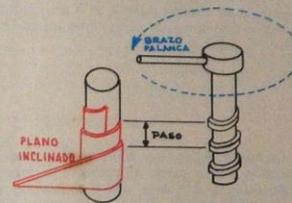
Sabemos que el cuchillo corta, el hacha taja, el cincel penetra, etc. Si observamos con cuidado, vemos que, la forma de la cuña es igual a la de un plano inclinado, que en este caso, se mueve sobre sí mismo.

Lógicamente entonces la fuerza, y el trabajo que puede hacerse, al usar una cuña, se rige por los mismos principios del plano inclinado.

El tornillo.

En realidad, un tornillo no es una máquina simple ya que depende de otra máquina, una palanca, para que opere. Para efectos prácticos, el tornillo puede considerarse como una cuña que penetra en forma de hélice. De hecho, el tornillo es un plano inclinado y para comprenderlo es suficiente recortar en papel un triángulo rectángulo, que luego se enrollará alrededor de un lápiz. La hipotenusa del triángulo marcará los pasos de rosca del tornillo.

PRINCIPIO DEL TORNILLO



Para conseguir que un tornillo actúe, es necesario hacerlo girar sobre su eje, para lo cual se necesita que una palanca (destornillador o llave)

dé una vuelta completa, para que el tornillo penetre o se eleve a una distancia igual al paso de rosca.

La **ventaja mecánica** del tornillo, está en función de la longitud de la palanca que lo mueve y la distancia entre los hilos de rosca.

5.13 Fuentes de energía.

Se consideran como fuentes de energía aquellos recursos naturales de los que se puede obtener energía para producir fuerza, calor y luz.

La moderna sociedad industrial, comenzó cuando el hombre sustituyó las fuentes de energía muscular, hidráulica y del viento, por la energía procedente de la combustión del carbón que se aplicó a las máquinas de vapor. En fecha reciente, añadió la energía conseguida por generadores eléctricos, y hace pocos años se viene trabajando en cómo aprovechar eficazmente el calor solo y el producido por las reacciones nucleares.

Las fuentes de energía como el agua, el viento, el calor terrestre, la electricidad atmosférica y la luz solar, se consideran como el grupo de las no combustibles y de poco rendimiento.

Ya hemos visto cómo las plantas se desarrollaron, gracias a la energía solar, que aprovecharon por medio del proceso de la fotosíntesis; y sabemos también cómo toda energía se transforma, y si no lo hace, se acumula en forma de energía potencial.

Al morir las plantas, que existieron en gran número, cuando ocurrían los grandes cataclismos de la era primaria, se formaron grandes depósitos de materia orgánica, carbonizada por el intenso calor, y esto es lo que hoy llamamos **combustibles fósiles**; tales como el carbón mineral, el petróleo, el gas natural y las arenas petrolíferas. Hoy, el hombre los recupera por medio de **minas** o de **pozos**, para obtener energía calorífica que fácilmente transforma en otros tipos, mediante pasos intermedios, de una a otra.

Palabras nuevas:

Partículas	Nuclear (energía)	Fulcro
Cinética (energía)	Fisión nuclear	Polipasto
Radiante (energía)	Fricción	Paso (de rosca)
Potencial (energía)	Kilogrametro	Hilo (de rosca)

RETENGAMOS LO ESENCIAL DEL TEMA

1. El concepto de **energía**, está ligado indisolublemente al concepto de **materia**. Donde hay materia, hay energía, y donde hay energía, hay materia; así como las caras de una misma moneda son indispensables para que exista el concepto "moneda".
2. Todo cuanto existe es materia y energía y se pueden transformar la una en la otra, sin que se pueda crear o perder la más mínima parte de ellas, de acuerdo con lo expresado en las leyes de conservación de la materia y de conservación de la energía que ya hemos estudiado.
3. En física, la palabra **trabajo** significa el empleo de una cantidad determinada de energía de modo que un cuerpo pueda mover a otro, venciendo las fuerzas de gravedad e inercia.
4. Cuando la energía no está en movimiento se llama **potencial**, lo que quiere decir que está lista para actuar, como un tigre agazapado tiene toda su fuerza a la espera del momento de actuar. Cuando está en movimiento se denomina **cinética**, esto es, que está produciendo fuerza activa.
5. Las denominaciones **energía mecánica**, **energía química**, **energía eléctrica** se refieren a como se manifiesta la energía en forma de tra-

TRABAJOS PRACTICOS

Para el tema de esta unidad, la **energía**, son muchos los problemas, tareas y experiencias que pueden realizarse. He aquí un ejemplo:

Aplicar una fuerza a través de una distancia es trabajo:
Experiencia 1.

Construye en tu casa el dispositivo que ves dibujado aquí y experimenta cargando con más o menos peso en el camión o en el balde, cómo aquel se mueve de un extremo a otro de la mesa y cómo el balde desciende o no.

Anota en cada caso, cuánto fue el peso colocado en el camión o en el cubo.

arena o piedras	Unidades
Balde y agua	de medida

Comprueba cómo la cantidad de agua en el balde suspendido depende de la cantidad de agua cargada por el camión y de la distancia que recorre, esto es el trabajo.

Experiencia 2.

Si tomas un tarro y abres un hueco cerca de su base, al llenarlo de agua saldrá un chorrito,

bajo, pero no indica la existencia de distintas energías, puesto que ésta es única. Energía es la capacidad para efectuar un trabajo.

6. Las máquinas son una combinación de cuerpos con movimientos capaces de realizar un trabajo, o sea, de aprovechar las transformaciones de la energía para producir fuerzas encaminadas a lograr una transformación de la energía en materia.

7. **Potencia** es la cantidad de trabajo desarrollado por unidad de tiempo. Cuanto más trabajo se realiza en menor tiempo, tanto más potente es la máquina. Existe una relación **energía-trabajo** y menos energía más potencia, estamos logrando una **ventaja mecánica**. Es lo que se procura con las **palancas**, las **poleas**, el **plano inclinado**, el **tornillo** y la **cuña**, que son las **máquinas básicas** cuya combinación constituye cualquier tipo de máquina por compleja que esta sea.

Separadamente, estas cinco, son las que se llaman **máquinas simples**.

8. En principio, la fuente de toda energía existente en nuestro sistema, es la solar; aunque luego derivemos varias otras como los combustibles, la fisión nuclear etc.

La fuerza del agua al caer, puede mover un pequeño objeto, como un pedacito de madera. Observa cómo al elevar más el recipiente, consigues desplazar más lejos la madera y explícatelo por qué.

Experiencia 3.

Consigue varios carretes de hilo, corta las dos cabezas y pégalas para fabricar así unas ruedas que te servirán para armar diferentes formas de poleas como las descritas en el texto.

Ingéniate para comprobar mediante pesas conocidas las leyes que aparecen en el libro. Llévalas a tu profesor y pídele que te permita demostrar en la clase lo que hiciste, como lo hiciste y qué conclusiones pudiste sacar respecto a la diferente **ventaja mecánica**.

Observación y deducción. Cuando envolvemos la cuerda en el trompo, estamos poniendo energía de nuestros músculos, que queda almacenada en ella en forma de energía potencial, o sea **NUUESTRA ENERGIA CINÉTICA** del movimiento de las manos se transforma en **POTENCIAL** y espera a que lancemos el trompo para convertirse otra vez en cinética haciendo girar el trompo.

UNIDAD 6

LA GRAVEDAD

6.1 ¿Qué es la gravedad?

Es la atracción sobre los cuerpos que se manifiesta en la superficie de un planeta o en todo cuerpo celeste.

La acción de la gravedad representa la fuerza con que un cuerpo celeste atrae un objeto, esto es, el peso de este cuerpo.

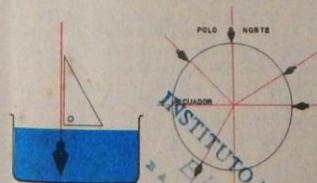
6.2 La gravitación.

Se define como la atracción mutua entre todas las masas y partículas de materia situadas en el universo.

Hasta el siglo XVII los físicos sospechaban que una fuerza que emanaba del sol, mantenía en órbita los planetas. Johannes Kepler formuló unas leyes para los movimientos planetarios, pero fue necesario que Isaac Newton, al establecer las tres leyes del movimiento, llegase a formular la ley de la gravitación para que pudiesen avanzar nuestros conocimientos de la física.

6.3 Efectos de la gravedad.

Tenemos la experiencia de que las cosas se caen. Sabemos que al dejar libre en el aire un objeto, se viene al suelo. Cuando esto no sucede siempre nos admira y atrae nuestra atención: el papel que el viento levanta, el globo que asciende o el avión que vuela, pues sabemos que tarde o temprano, cuando cese el viento, o se apague el fuego bajo el globo, o se detengan los motores del avión, la tierra los atraerá y caerán.



EFECTOS DE LA GRAVEDAD

Lo mismo sucede si lanzamos una piedra al agua, indefectiblemente se irá al fondo, y como esto ocurre en cualquier lugar del mundo, llegamos a la conclusión; que las cosas caen siguiendo la línea que va hacia el centro de la tierra.

El 4 de octubre de 1957, un objeto fabricado por los rusos, el Spoutnik I fue lanzado al espacio y quedó colocado en una órbita donde se mantenía alrededor de la tierra, dando una vuelta completa cada hora y media. El 31 de enero de 1958, los científicos norteamericanos repitieron la hazaña colocando en órbita el Explorer I. Comenzó así la era de la Astronáutica, o sea el paso del proceso científico que, aplicando la ley de gravitación, lograba poner bajo el dominio del hombre, la atracción entre los cuerpos, para iniciar la investigación del espacio.

6.4 Concepto de masa.

Cuando necesitamos medir la longitud de un objeto utilizamos un metro; cuando queremos medir la masa de un cuerpo empleamos la balanza. De hecho, lo que mide la balanza es la **masa gravitacional**, o sea, la **atracción que la gravedad ejerce sobre un cuerpo**.

Newton dijo que la masa de un cuerpo es la medida de la cantidad de materia que contiene. La atracción que ejerce la tierra sobre un determinado cuerpo no es siempre la misma; esta atracción que llamamos peso, presenta pequeñas modificaciones entre un lugar y otro del mundo, y grandes variaciones entre un punto y otro del universo. La atracción que ejerce la tierra sobre el equipo de un astronauta, es superior a la que ejerce la luna para el mismo equipo, aunque el tamaño, la forma y la composición química permanecen constantes.

Mientras el peso de un cuerpo o sea la atracción que la gravedad ejerce en él, puede variar, según se halle en la tierra o en la luna, la **masa es una propiedad inalterable de un cuerpo**.

6.5 Conservación de la masa.

La segunda propiedad de la masa se refiere a su conservación, o sea, que la **masa no puede ser creada ni destruida**: cuando un cuerpo sufre una pérdida de masa, esto implica una ganancia igual en algún otro.

La masa de un cuerpo puede variarse, bien eliminando una parte de éste, o variando su energía.

6.6 Concepto de peso.

El peso de un cuerpo es la fuerza con la cual la tierra lo atrae hacia su centro. Esta fuerza es proporcional a la masa del cuerpo y depende de su localización.

Veamos por qué depende de su localización. La distancia de un lugar al centro de la tierra, es diferente en el Ecuador, o en los polos, ya que la tierra no es una esfera perfecta; por lo cual en el Ecuador la atracción es menor, mientras aumenta en los polos más cercanos al centro de la tierra. Esta diferencia es aproximadamente de 1 parte en 300.

6.7 Densidad.

La densidad se define como la masa de un objeto dividida por su volumen. El término densidad se aplica tanto a mezclas como a sustancias puras y a cualquier materia independiente de su estado sólido, líquido o gaseoso. Para medir la densidad se acostumbra utilizar como unidad el gramo por centímetro cúbico.

La experiencia diaria nos demuestra que un paquete de algodón, del mismo tamaño (volumen) que un libro, pesa menos que éste. Decimos que el primero es menos denso. Ahora bien, necesitamos establecer un sistema de medida que nos permita determinar la densidad relativa y para ello se tomó como sustancia patrón el agua a 4° C. A esta temperatura el agua pesa muy aproximadamente 1 gramo por centímetro cúbico.

6.8 Ley de la gravitación universal de Newton.

La ley formulada por Newton, establece que en el universo, dos partículas de materia se atraen con una fuerza que actúa en la dirección de la línea que las une y cuya intensidad varía en proporción directa al producto de sus masas, e inversa al cuadrado de la distancia entre ellas.

En forma simplificada se dice que: la atracción entre dos masas es proporcional al producto de ellas por el cuadrado de su distancia.

6.9 Medida del peso.

Peso es la fuerza resultante que actúa sobre una masa y se debe a la atracción de la gravedad terrestre.

Así como para medir la longitud de un cuerpo, hemos escogido como patrón o unidad el metro, para medir la materia necesitamos de una masa patrón que en este caso es el kilogramo.

El kilogramo es la cantidad de materia representada por el agua pura contenida en un decímetro cúbico a la temperatura de 4° C y a la presión atmosférica.

Para establecer el peso, generalmente se usa la balanza simple, que es como una cruz compuesta por una palanca equilibrada y apoyada en su centro sobre una cuchilla o fulcro, en la cual a cada uno de los extremos de los brazos, se le suspende un platillo. Para pesar se colocan, en un platillo el cuerpo o sustancia, cuyo peso deseamos conocer, con lo cual se desequilibra la palanca, y en el otro opuesto se van colocando las pesas o patrones de medida cuyo valor nos es conocido, hasta conseguir la posición de equilibrio.

La pesada es una operación dinámica y se necesita un tanteo hasta conseguir la posición del equilibrio, indicativa de que el peso de un platillo es igual al de su opuesto, o sea, nos dice cuánto pesa la sustancia la cantidad de patrones que hemos necesitado para equilibrarla.

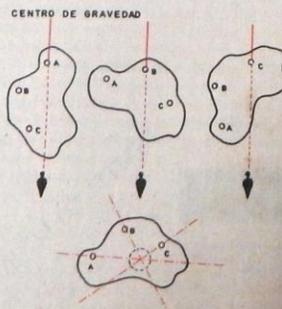
6.10 Peso específico.

Otro concepto relacionado con la densidad es el de peso específico, que se define como el peso de una unidad de volumen.

Si tomamos como unidad el peso específico del agua a 4° C, encontramos que el peso específico del plomo es 11,34. Esto significa que a igual volumen el plomo pesa 11,34 veces más que el agua.

6.11 Centro de gravedad.

Es el punto fijo de un cuerpo material en el que actúa la fuerza resultante de la atracción de la gravedad.



En el caso de una esfera de composición homogénea, el centro de gravedad coincide con el centro geométrico. Pero, cuando el cuerpo tiene una forma irregular siempre es posible establecer en su interior el punto donde se encuentre la resultante de todas las fuerzas o atracciones ejercidas por la gravedad de la tierra. Este punto permanece fijo con relación al cuerpo indistintamente de la orientación que se dé al mismo.

Es importante recordar que si un cuerpo está sostenido por su centro de gravedad, permanecerá en equilibrio en su posición inicial.

Para establecer el sitio donde se halla el centro de gravedad, debe suspenderse el cuerpo desde diferentes puntos y comprobar dónde se cruzan las verticales de suspensión, lugar donde se localiza dicho centro.

6.12 Inercia.

Cuando un cuerpo se halla en reposo, a menos que una fuerza exterior le sea aplicada, no se mueve. Lo mismo cuando se mueve a una velocidad determinada en línea recta, si no se le añade energía, mantiene su velocidad. A esta resistencia natural de los cuerpos a permanecer en estado de reposo o conservar su velocidad en línea recta, se llama inercia. Esto es decisivo en los viajes a la luna o en el movimiento de los astros. Una vez conseguida determinada velocidad en la cápsula espacial, la seguirá manteniendo en el vacío del espacio.

6.13 Equilibrio.

Se dice que un objeto inanimado está en equilibrio o en estado de equilibrio, cuando todas las fuerzas que actúan sobre él se anulan, alcanzando así un estado de reposo. Cuando esto sucede, decimos que se ha conseguido una posición de equilibrio estable.

Cuando la posición de un cuerpo es tal que su centro de gravedad no ocupa la posición más baja posible, al dejarlo libre se moverá hasta lograr su posición de equilibrio estable. Mientras ésta se consigue, decimos que está en posición de equilibrio inestable.

Cuando el centro de gravedad no cambia de posición aun cuando el cuerpo sí cambie de posición, como es el caso de una esfera homogénea moviéndose sobre una superficie horizontal, decimos que se halla en posición de equilibrio indiferente.

Palabras nuevas:

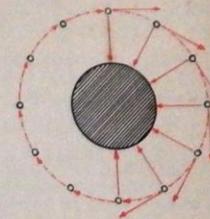
Sputnik
Explorer I

Astronáutica
Gravitación

Velocidad orbital
Ingravedez

6.14 Satélites artificiales.

Se llama así a los objetos colocados por el hombre en una órbita semipermanente alrededor de un cuerpo celeste, tal como la tierra o la luna.



MOVIMIENTO DE UN SATELITE

El satélite gira en torno al cuerpo principal sometido a la influencia de la gravedad de éste. Para colocar un objeto en órbita alrededor del cuerpo principal es necesario proporcionarle una energía suficiente; primero, para elevarlo hasta la altura deseada venciendo la fuerza de la gravedad inicial, y luego, para que disponga de una velocidad orbital lo suficiente para oponerse a la atracción de la gravedad, a la altura calculada.

La velocidad que debe imprimirse a un satélite para que alcance la altura orbital deseada y darle un movimiento hacia adelante a la velocidad necesaria para que permanezca en órbita, es ligeramente superior a 7.620 metros por segundo.

El satélite da vueltas alrededor de la tierra, debido al cambio constante en su dirección ejercido por la fuerza de gravedad que lo sigue atrayendo.

6.15 Ingravedez.

En su sentido estricto, es la ausencia absoluta de peso o estado de gravedad cero.

El estado de ingravedez se presenta durante los vuelos espaciales, cuando la acción gravitatoria de la tierra o de otros planetas es prácticamente nula. En dicho estado los cuerpos tienden a flotar, o sea, que al soltarlos permanecen sin caer, aunque tengan, como es natural, la misma masa que en la tierra.

1. Es importante diferenciar los conceptos gravedad, gravitación y peso.

La **gravedad** se manifiesta en sus efectos de la atracción entre los cuerpos, y las **leyes de la gravitación**, nos explican cómo opera esta atracción.

2. La **masa** es una propiedad inalterable de un cuerpo, es decir que mientras la masa no cambia, sí puede cambiar el peso, puesto que éste depende de la fuerza con que es atraída una masa. Así, un astronauta en la luna mantendrá su masa, pero pesará menos.

3. El concepto de **densidad**, es la relación entre una determinada masa y el volumen de ella. Para medir la densidad, generalmente, utilizamos la relación gramos por centímetro cúbico.

El agua se toma normalmente como sustancia para establecer la densidad relativa entre sus

tancias diferentes y siempre se hace referencia a la temperatura, puesto que ésta influye en el volumen de una masa.

4. La ley de la gravitación universal formulada por Newton, es básica y fundamental para las ciencias físico-químicas. En el texto, se presenta en forma simple diciendo que: "la atracción entre dos masas es proporcional al producto de ellas."

5. Para la medida del peso de un cuerpo, fue necesario establecer una unidad de referencia, se tomó el agua pura a 4°C de temperatura y a la presión atmosférica a nivel del mar, para establecer que un decímetro cúbico de ésta equivalía a un kilogramo.

También el agua, en las condiciones anteriores, permite correlacionar la densidad de cualquier sustancia y establecer el peso específico de ella.

TRABAJOS PRACTICOS

Como los fenómenos de la gravitación son observables a simple vista, podrás con poco que atiendas a ciertos hechos, dar respuesta a cuestiones aparentemente difíciles.

Experiencia 1.

Tú puedes construir una balanza sencilla con un par de listones o reglas y realizar el experimento que ves dibujado. Podemos describir así la experiencia.

Dos cuerpos de igual peso dejarán de equilibrar una balanza si uno de ellos está sumergido en el agua. Pero se equilibrará, si añadimos al mismo platillo un volumen de agua idéntico al agua desplazada.

¿Verificalo y compruebas qué sucede y por qué?

Experiencia 2.

Con una lata vacía de galletas, haz un tambor, poniéndole a la boca un papel de seda templado. Déjale caer una bolita de vidrio, de las que se usan para jugar, desde 50 cms., 1m., 2 mts., 5 mts. de altura. Verás cómo no se rompe si no cuando la distancia es suficiente para que la atracción de la gravedad aumente el peso relativo de la bolita.

Experiencia 3.

Deja caer desde un árbol una hoja de papel de seda, un trozo de tela, una hoja seca, una pelota de béisbol. Observarás que cada una caerá a una velocidad distinta, porque tienen diferente masa y por lo tanto la gravedad actúa de manera particular para cada una, en relación con el producto de la masa de la Tierra por la masa del objeto que lanzaste. No intervienen la distancia en este caso porque los tiraste de la misma altura. La masa de la Tierra es la misma, luego, lo que varía es la de cada una de las cosas lanzadas. Por eso se dice que el peso depende de la acción de la gravedad terrestre.

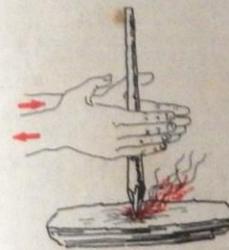
Experiencia 4.

De pronto tú vas al club con tu papá y le puedes ganar una apuesta: que él no podrá hacer salir una moneda de un pequeño círculo trazado alrededor de una bola de billar sobre la cual tú has puesto la moneda. Cuanto más duro le dé menos la sacará: entre la **inercia** y la **gravedad** harán que la moneda, al correr la bola caiga siempre dentro del círculo. Hay una sola manera de sacarla. Darle a la bola con otra muy "despachito" para hacerla girar con todo y moneda. Entonces caerá fuera. Son dos apuestas que puedes ganar... Y tu papá estará satisfecho con tus conocimientos.

EL CALOR

7.1 Cómo se produce el calor.

Las partículas que forman los átomos, los átomos que se unen para formar moléculas y las moléculas de que se componen todas las sustancias están en movimiento. Sólo a -273.16°C, o sea a la temperatura de cero absoluto, se detiene el movimiento.



COMO SE PRODUCE EL CALOR

El calor es la **forma de energía en movimiento** y podemos preguntarnos de qué manera se debe actuar sobre el movimiento de las moléculas de un cuerpo, para infundirle calor.

¿Cómo calentar una varilla de hierro? Ello supone cómo aumentar el movimiento de sus moléculas. Si la golpeamos insistentemente con un martillo, si la frotamos contra una superficie rugosa, si la colocamos encima de una llama, descubrimos que su **temperatura** ha aumentado, lo que significa que sus moléculas se mueven más rápidamente que cuando estaba fría.

7.2 Combustión.

Es el proceso de quemado de cualquier sustancia, ya sea sólida, líquida o gaseosa. A la sustancia que se quema, se le llama combustible.

En toda combustión el **combustible** se oxida, desprendiéndose calor y a veces luz, pero el oxidante no tiene que ser forzosamente el oxígeno del aire, pues hay sustancias, como el permanganato de potasio, por ejemplo, que pueden suministrarlo en ciertos casos.

Algunas sustancias, al descomponerse pueden entrar espontáneamente en combustión, muchas veces este proceso es causa de incendios.

7.3 Combustibles.

Se llama así a las materias cuya combustión se utiliza para proporcionar calor. La mayoría de los combustibles contienen carbono, el cual se quema con el aire o con oxígeno derivado del aire.

Como excepciones, conviene señalar que hay combustibles de base metálica, combustibles destilados, químicos y de boro; muchos de los cuales, son utilizados para la propulsión de los cohetes espaciales.

La mayoría de los **combustibles sólidos** son diferentes clases de carbones. Los combustibles líquidos proceden casi todos del petróleo y entre los combustibles gaseosos, los más importantes son derivados del gas natural o del petróleo.

La fisión o división del átomo, ha dado origen en nuestros días, a los **combustibles nucleares** en los que el oxígeno no interviene, sino que producen reacciones de desintegración del átomo.



COMBUSTIBLES QUIMICOS

7.4 Comburente.

Es el agente que permite, mantiene o activa la combustión; así el oxígeno es el comburente por excelencia, ya que en su presencia se realiza el mayor número de combustiones en la naturaleza, tanto al aire libre, como en el interior de las células de los seres vivos.

7.5 Temperatura y calor.

Cuando las moléculas de una sustancia se mueven más rápidamente, decimos que la temperatura de la sustancia ha aumentado.

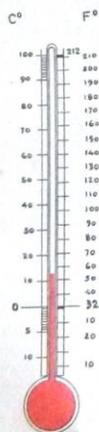
La temperatura es propiedad de la materia que permite y dirige la transmisión de calor de un cuerpo a otro. Sabemos que el calor no se transmite entre dos cuerpos a la misma temperatura que sólo fluye desde un cuerpo de temperatura más alta a otro de temperatura más baja. Mientras no empieza a fluir la energía, no recibe el nombre de calor.

Dos objetos con temperaturas diferentes mantenidos en contacto durante un tiempo suficiente, alcanzan al final una temperatura igual.

Una propiedad especial de las moléculas, es que no pueden conservar para sí la energía, sino que pueden compartirla con las moléculas vecinas. En razón de esta propiedad, se transmite el calor, y siempre de las moléculas más calientes a las más frías.

7.6 Medición de la temperatura.

Fundándose en las propiedades de la transmisión del calor, Galileo construyó hacia 1592 un primer aparato para medir la temperatura. A comienzos del siglo XVIII, Fahrenheit, fabricó el primer termómetro exacto. El principio se funda en una columna líquida que asciende o desciende en el interior de un tubo de pequeño



ESCALAS TERMOMETRICAS

diámetro. La variación de altura del líquido se debe a la dilatación del mismo según la temperatura alcanzada. Como líquido se emplea comúnmente el mercurio.

Para tener referencias fijas en las escalas de medición de temperatura, se tomó la del hielo fundente como 0 grados y la del agua en ebullición igual a 100 grados. Si se divide el intervalo entre estas dos temperaturas de 100 partes iguales, se dispone de la escala llamada de Celsius o de grados centígrados (°C).

Está en uso otra escala: la de Fahrenheit en la cual el punto de congelación del agua corresponde a 32°C y el de ebullición a 100°C.

7.7 Efectos del calor.

La mayoría de los sólidos se dilatan con el calor, es decir, aumentan de volumen, lo que se debe a que la energía añadida en forma de calor, acentúa el movimiento de átomos y moléculas que, en sus choques necesitan más espacio.

Los líquidos se dilatan aún más que los sólidos, precisamente porque ya en principio sus moléculas son más libres.

Los gases se dilatan por el calor mucho más que los sólidos y los líquidos. En un gas las moléculas se mueven más rápido y libremente. Al calentar un gas, las moléculas chocan más veces y con mayor fuerza contra las paredes del recipiente y esto se manifiesta en un aumento de la presión. Por eso, es muy peligroso calentar una lata vacía de aerosol, porque el gas del interior, al dilatarse, presiona sobre las paredes y explota la lata.

7.8 Cómo se transmite el calor.

Repetimos nuevamente que el calor fluye (pasa) del cuerpo más caliente al más frío hasta equilibrarse en una temperatura igual para los dos.

El calor se transmite de tres modos: por **conducción**, **convección** o **radiación**.

a. La conducción del calor implica una transferencia de calor entre una molécula y otra adyacente.

Todos los materiales sólidos, líquidos o gaseosos son **conductores** del calor. Pero la velocidad de conducción varía de unos a otros y así hablamos de **buenos conductores**, como un alambre de cobre o una barra de hierro, y **malos conductores** o **aislantes**, cuando dificultan o prácticamente impiden el paso del calor, como la madera o la fibra de asbesto.

El único aislante perfecto es el vacío total, al que tratamos de acercarnos al fabricar un termo.



b. La **convección** de calor, implica una transferencia de calor, por mezcla de un cierto número de moléculas de un fluido con el cuerpo de dicho fluido después de que uno u otro han ganado o perdido calor por contacto con una superficie fría o caliente.

Un caso común de calor transmitido por convección, es el calentamiento de una habitación mediante el uso de un radiador o un calentador de ambiente.

El caso más general es el de la **convección natural** que describimos, al referirnos al aire caliente de los trópicos que se difunde hacia latitudes polares.

c. La **radiación**. Hemos dicho antes que el vacío es el único aislante perfecto. ¿Cómo explicar que la tierra reciba enormes cantidades de calor del sol, si entre estos cuerpos celestes existe un vacío casi absoluto?

La radiación del calor, es de la misma naturaleza que la luz, los rayos X y las ondas de radio (que estudiamos en otros capítulos). El efecto de la **radiación** sobre la materia es el de influir en el movimiento de las moléculas, lo que de hecho aumenta el calor de la materia.

La transmisión de energía por radiación es la única que no necesita de una sustancia conductora como se requiere para la **conducción** y **convección**.

7.9 Calor específico y calor latente.

Llamamos **calor específico** de una sustancia a la cantidad de calor necesario para elevar en 1°C un gramo de dicha sustancia.

Después de repetidos experimentos, sabemos que el hierro a la temperatura de un ambiente normal, tiene un **calor específico** de 0,107; esto significa que para elevar la temperatura del hierro un grado, se necesita aproximadamente solo una décima parte del calor que se requiere para elevar un grado la temperatura de igual cantidad de agua, cuyo calor específico es 1.

Veamos qué sucede en el siguiente experimento: si disponemos sobre dos hornillas iguales en una cocina, una plancha de hierro en una y una olla con agua en la otra, al poco tiempo observamos que el hierro ha aumentado mucho su temperatura, mientras el agua está tígeramente tibia.

Si seguimos el experimento, también comprobamos que mientras la plancha de hierro sigue aumentando de temperatura, el agua al llegar a 100°C, comienza a hervir, se desprende vapor, pero no aumenta de 100°C y sólo conseguiremos que trascurrido un tiempo, toda el agua desaparezca de la olla trasformada en vapor.

Si nos preguntamos, por qué introduciendo más y más calor en el agua de la olla no conseguimos que aumente su temperatura por encima de 100°C, podemos explicarnos el fenómeno al recordar que el **calor es la energía de las moléculas**.

En la plancha de hierro el calor hace mover más rápidamente las moléculas porque éstas se encuentran más cerca unas de otras, y la temperatura sigue aumentando, porque los choques son más numerosos, y porque la energía necesaria para separarlas es muy grande; mientras que en el agua, el calor sólo aumentó la velocidad de las moléculas, que tienen más espacio para moverse hasta cuando éstas, por estar desde un principio más sueltas, pudieron escaparse como vapor, es decir, **cambiar de estado**; o sea, de posición relativa de las moléculas, pasando del estado líquido o gaseoso, cuando ya los choques son mínimos, por lo que la temperatura no se modifica. Este calor necesario para el cambio de estado, es el llamado **calor latente**.

Calor latente es el que debe ser añadido para cambiar el estado de un gramo de una sustancia sin elevar su temperatura.

Se llama **calor latente de fusión**, a la cantidad necesaria para transformar un gramo de una sustancia sólida en líquida.

Se llama **calor latente de vaporización**, al calor necesario para transformar un gramo de sustancia líquida en gas.

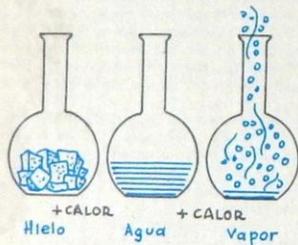
7.10 Calor y cambio de estado.

La idea que tenemos de los metales es la que más nos induce a pensar en un cuerpo sólido.

El mercurio es la única excepción por ser un metal que se presenta como líquido a la temperatura ambiente normal. Sabemos, no obstante, que a esta sólida pieza de hierro en que pensamos, se le dio forma, fundiendo el metal o forjándolo en caliente.

También sabemos, que la "sólidez" de las rocas depende de la temperatura o presión a que se las someta; que el magma en fusión que arroja un volcán se presenta en estado líquido, y no podemos dudar que en el núcleo de la tierra los sólidos no son propiamente tales.

Todas las sustancias que conocemos pueden presentarse en estado sólido, cuando se les quite una cantidad suficiente de calor. Esta afirmación tiene únicamente una excepción el helio, porque este gas se solidifica sólo cuando es sometido a una presión alta.



El más sencillo experimento nos demuestra que, **aportando calor**, el hielo sólido se transforma en agua (líquido) y ésta en vapor (gas).

Repitamos una vez más que cada molécula de un sólido se mantiene unida a sus vecinas, y se necesita una gran fuerza para separarlas. Esta energía necesaria podemos suministrarla en forma de calor. Ahora bien, aun en los sólidos, las moléculas están en movimiento, aun cuando no se pierde el lugar que les corresponde en la estructura de dicho sólido.

También sabemos que en los átomos que forman las moléculas se mantiene una gran libertad de movimiento. Todos los átomos pueden cambiar su energía vibratoria propia, así como el sentido de su rotación, y este movimiento es tanto en cantidad como en calidad. Así, según sea la energía total de cada átomo, será la cantidad de calor que aporte el sólido.

Al aportar calor a unos átomos y disponer estos de más energía, la transmiten a sus vecinos, hasta equilibrar la cantidad de energía (calor) recibida. Pero si ésta aumenta, los átomos se mueven cada vez más rápidamente, y en un momento dado se rompen también las fuerzas de atracción que mantenían unidas las moléculas.

Algunas moléculas comienzan a separarse en la superficie del sólido y al adquirir esta libertad, dan origen a un líquido. En el estado líquido las moléculas también se mantienen unidas, si bien con mayor libertad y movimiento.

Si seguimos aportando calor, se pierde nuevamente la tendencia a estar unidas y pronto algunas moléculas escapan libremente de la superficie del líquido, moviéndose continuamente y en cualquier dirección; acabando por ocupar todo el espacio cerrado en que se liberan. Han conseguido el estado gaseoso.

Si el calor sigue en aumento, y se consigue una temperatura, suficientemente alta, se llegan a liberar las cargas eléctricas del átomo, (iones positivos y electrones) llegándose a otro estado de la materia, llamado **plasma**.

7.11 Las bajas temperaturas.

En el centro de las estrellas la temperatura es de muchos millones de grados. En laboratorios espaciales el hombre consigue también (aunque sólo durante fracciones de segundo) temperaturas de millones de grados. Nos podemos preguntar ¿por qué no se consigue hacer descender la temperatura hasta el **cero absoluto**, que es de sólo $-273,16^{\circ}\text{C}$?

La razón es sencilla, a la temperatura de **cero absoluto**, todos los átomos alcanzarían la total inmovilidad.

7.12 Calor y luz.

Muchas sustancias pueden volverse luminosas, es decir emiten luz, cuando modificamos ciertas condiciones. Si observamos el filamento metálico de un bombillo desconectado de la corriente eléctrica, vemos que no emite luz. Igual sucede con una varilla de hierro fría o con un pedazo de madera.

Cuando hacemos pasar corriente eléctrica por el filamento del bombillo, éste se pone inmediatamente brillante y alumbrá. Sucede que el paso de la corriente eléctrica aumenta la temperatura del alambre. Lo mismo podemos conseguir, calentando la varilla de hierro, que comenzará por adquirir un color rojo, resplandeciente, hasta llegar a emitir una luz blanca, cuando esté muy caliente.

¿Qué pasa con la madera, si conseguimos aumentar su temperatura? En un momento

comienza la combustión, y aparece la luz de su llama. Esta proviene de una gran cantidad de partículas calientes de carbón que se queman dentro de la llama. Esta es otra fuente incandescente de luz.

Toquemos con la mano un tubo de neón, o el de una lámpara fluorescente; notaremos de inmediato que, aun cuando lleven varias horas "encendidos" produciendo luz, casi están fríos, lo contrario a lo que sucede con un bombillo. Se trata de otra clase de luz que no se obtiene por el calor. Muchos animales son capaces de producir luz, como las luciérnagas y los cuyos, sin que se "quemen" o calienten.

7.13 Calor y vida.

En todo ser vivo tienen lugar una serie de procesos físicos y químicos, mediante los cuales se producen y mantienen las sustancias organizadas, y las transformaciones necesarias que permiten al organismo aprovechar la energía.

La producción de calor en los organismos se conoce como **metabolismo energético**.

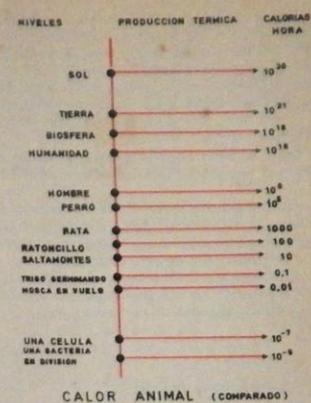
La vida de las células, es posible, gracias a que utilizan cierta cantidad de energía para llevar a cabo la producción de moléculas orgánicas de estructura muy complicada partiendo de moléculas más sencillas, y también la vida depende de la posibilidad de desintegrar moléculas complicadas para obtener otras más simples.

Como todo proceso energético, este de la vida supone necesidad de calor. Los vegetales obtienen su energía primordialmente por absorción de energía luminosa. Mientras, los animales la incorporan a partir de un donador, del que obtienen moléculas en forma de grupos químicos ricos en energía, y por esto se denominan consumidores.

7.14 Calor animal.

Los alimentos son las fuentes externas de energía que deben adquirir los animales, para poder mantener su temperatura corporal, así como el funcionamiento de sus tejidos, las contracciones musculares, la conducción de los impulsos nerviosos, la secreción glandular, la excreción y en realidad todos aquellos procesos o "trabajos", sin los cuales, no sería posible mantener la vida.

Los alimentos reemplazan la energía utilizada, al suministrar una provisión regular de nuevas fuentes de energía. Esto supone un proceso que, en principio, es el mismo en una célula, en un microorganismo o en los animales superiores.

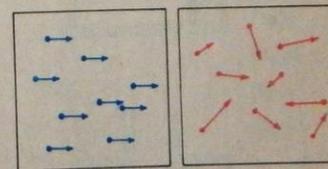


CALOR ANIMAL (COMPARADO)

7.15 Aplicaciones del calor.

La historia del desarrollo industrial moderno es, ante todo, el éxito del hombre al crear sistemas técnicos, para convertir el calor en energía. En sus comienzos se utilizó el calor para calentar el agua y aprovechar el vapor de agua como un gas, cuya presión podía utilizarse para mover las piezas mecánicas, como un émbolo de una máquina de vapor.

Llamamos máquinas y motores a los aparatos capaces de producir un trabajo. De hecho lo conseguimos al aprovechar el movimiento de los átomos y las moléculas.



TRABAJO Y CALOR

7.16 Calor y trabajo.

El aprovechamiento del calor para obtener el movimiento de un motor, transformado en **energía útil o trabajo**, presenta todas las características de un proceso reversible, es decir: podemos transformar el calor en trabajo o el trabajo en calor.

El caso de un automóvil que recorre algunos kilómetros con los frenos parcialmente en acción, nos permite comprobar que los tambores de los frenos se **recalientan**. El motor, al hacer girar las ruedas contra la resistencia de los frenos, hizo un **trabajo** que se transformó en **calor**.

Estudiando los efectos del calor, los físicos comprobaron que:

—Una determinada cantidad de trabajo se convierte siempre en la misma cantidad de calor.

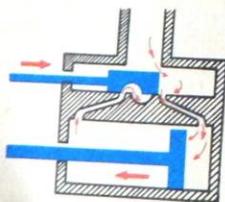
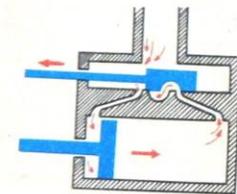
—La unidad elegida para medir el **calor** o el **trabajo**, es el **julio** (o joule), del nombre de James Prescott Joule, quien estableció las leyes que rigen y explican los efectos del calor.

—Otra unidad es la **caloría**, que expresa el valor energético de los alimentos, en relación con el trabajo corporal de mantener la vida.

7.17 Las máquinas de vapor.

Cuando al calentar el agua, se consigue elevar su temperatura hasta 100°C., comienza a hervir y se produce vapor. Por más que sigamos calentando, el agua y el vapor permanecen a 100°C.

Recordemos que este **calor** que produce el cambio de estado de una sustancia, se llama **calor latente**.



MAQUINA DE VAPOR

Si el vapor producido se mantiene en un recipiente cerrado, comienza a aumentar la presión. Así, un recipiente lleno de gas a presión equivale a un depósito de energía, y si dejamos salir este gas a presión es posible emplearlo para un trabajo útil. Pero si el gas se expande al máximo, ya no quedará energía disponible para realizar un trabajo.

Para que pueda funcionar permanentemente una máquina que aproveche la presión del vapor, es necesario producir en forma constante una cantidad de gas. Esto puede conseguirse en una caldera, donde se mantenga siempre agua suficiente en proceso de ebullición.

El segundo paso es disponer de un sistema, que convierta la energía del vapor en trabajo útil. La forma más sencilla consiste en hacer, que el vapor a presión penetre en el interior de un cilindro donde se ha colocado un pistón móvil, que pueda ser empujado por el vapor. Si disponemos dos entradas, una en cada extremo del cilindro y alternamos la entrada del vapor de tal forma que cuando el pistón llegue a un extremo, el vapor que lo empujó pueda salir al tiempo en que entre nuevo vapor por el lado donde se halla el pistón, obligándolo así a dirigirse hacia el extremo opuesto. Este es el proceso simple de una **máquina a vapor**.

7.18 Motores de combustión interna.

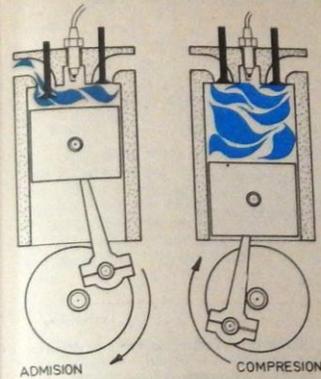
Estos no desperdician tanto calor como las máquinas de vapor, ya que el carburante se quema en el interior del cilindro donde se halla el pistón, por lo cual tiene mejor rendimiento.

La gran mayoría de los motores de combustión interna funcionan en un **ciclo de cuatro tiempos**, distribuidos así: 1. **Admisión**—Cuando el pistón desciende, aspira una mezcla de aire y combustible (p. ej. gasolina) y luego se cierra la entrada; 2. **Compresión**—El pistón asciende y comprime la mezcla gaseosa; 3. **Ignición — expansión**—Comprimida al máximo la mezcla, una chispa eléctrica produce la temperatura suficiente para que la mezcla se quemé (casi estallando); la alta temperatura del gas y la fuerte expansión de las moléculas presionan y empujan el pistón; finalmente, al descender éste por completo, se produce el cuarto tiempo o **expulsión** que permite escapar los restos del gas o mezcla quemada, por el tubo de escape.

Una variación del mismo principio es el **motor de dos tiempos** donde todo el ciclo se cumple en una sola vuelta del cigüeñal. En este caso, cuando el pistón baja, empujado por los gases de expansión, deja abierto un orificio por el que escapa el gas, y al seguir descendiendo descubre otro orificio por donde penetra la mezcla de

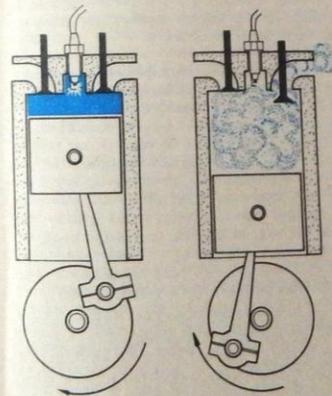
aire y combustible, que es comprimida por el mismo descenso del pistón.

MOTOR DE EXPLOSION



ADMISION

COMPRESION



EXPLOSION

ESCAPE

Los motores descritos donde el encendido de los gases se origina en una chispa eléctrica, corresponden a los modelos usados para automóviles, motocicletas, lanchas (motores fuera de borda), etc.

Los llamados motores Diesel, obedecen a principios similares; sólo que la "explosión" o encendido del gas se origina por la gran presión (compresión) a que se le somete, lo que permite utilizar combustibles más baratos, como son los aceites pesados.

En los motores de combustión interna se obtiene un rendimiento (trabajo) o eficiencia ocho veces superior a los de vapor.

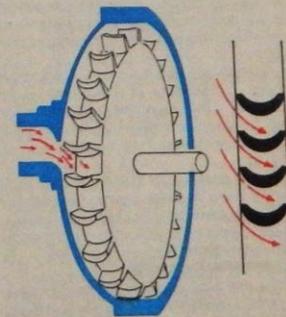
7.19 Motores de turbina.

El mismo principio que hace funcionar un molino de viento o una rueda hidráulica, es el que se aplica en los motores de turbina.

El movimiento se produce cuando un fluido, ya sea agua, vapor o gas, choca contra las paletas colocadas en un eje y las obliga a girar.

La ventaja de las turbinas es su movimiento directamente rotatorio (circular) que elimina las fricciones de las piezas que transforman el vaivén de los pistones en el giro del eje o cigüeñal.

Estos motores se dividen en **turbinas de acción simple**, en las que el fluido o vapor pasa a través de una tobera fija, y empuja las paletas móviles del rotor que están unidas al eje; y **turbinas de reacción**, en las que el vapor penetra a través de las palas de una rueda fija llamada **estator**. Como el espacio de entrada es mayor que el de salida de las palas, el vapor se expande y va a chocar contra una rueda de palas móviles



llamada **rotor**, las cuales reciben un empuje que las hace girar, y a su salida, el vapor se expande de nuevo, y pasa por otra serie de paletas fijadas para, sucesivamente, entrar de estor a rotor.

El volumen interno de la turbina es cónico, a fin de que cada rueda de paletas tenga un diámetro mayor que la anterior y paletas más grandes, para aprovechar al máximo el rendimiento de las presiones.

Si en lugar de un gas, se obliga a pasar por la

turbina un líquido a presión, se obtiene también un rendimiento de trabajo.

Así las centrales hidroeléctricas aprovechan la energía de un salto de agua, para mover otras máquinas, que transforman en electricidad la energía cinética de una caída de agua.

Palabras nuevas:

Cero absoluto	Fahrenheit (grados)	Calor específico	Caloría
Combustión	Centígrado (grado)	Calor latente	Diesel
Oxidante	Fluír	Fusión	Estator
Conversión	Conducción	Vaporización	Rotor
Termométrico	Convección	Supraconductores	
Celsius (grado)	Radiación	Incandescencia	

RETENGAMOS LO ESENCIAL DEL TEMA

1. Toda la materia está constituida por átomos y

1. Toda la materia está constituida por átomos y moléculas que se mueven constantemente. Aun los sólidos de apariencia más inmóvil, están formados por partículas que se mueven siempre.

2. El calor es la forma de energía en movimiento. Los cuerpos están tanto más calientes cuanto más se mueven sus partículas componentes; así que podemos aplicar la energía para acelerar el movimiento y elevar la temperatura de ellos.

3. A excepción de los procesos nucleares, el calor que se obtiene de la combustión de los cuerpos, proviene de reacciones químicas con el oxígeno. Luego toda combustión implica que la sustancia que se quema tome oxígeno, esto es, que se oxida.

4. En los procesos de transformación de la energía no todo el calor puede aprovecharse con un fin determinado, sino que parte aparente se pierde, o sea no se utiliza en el proceso. Al que aprovechamos le llamamos calor útil y a la parte desperdiciada, calor inútil.

5. El calor está en relación con el movimiento más o menos rápido de las partículas que componen los cuerpos, mientras que la temperatura es el grado de calor que un cuerpo tiene en un determinado momento. No debemos confundir calor y temperatura.

6. La temperatura rige la transmisión de calor entre los cuerpos, éste fluye siempre de los más calientes hacia los más fríos, hasta alcanzar una temperatura igual en ambos.

7. Entre dos cuerpos de igual temperatura no fluye el calor.

8. La mayoría de los cuerpos se dilatan con el calor, como los metales; pero, hay excepciones como el caucho.

9. Hay cuerpos que transmiten fácilmente el calor, son los buenos conductores; mientras que otros parecen oponerse a ello, los malos conductores.

10. El calor se transmite por conducción, por convección y por radiación. Esto es: a través de los cuerpos, a manera de reflejado por los cuerpos y por ondas. Ej.: calentamos una varilla de hierro y vemos que, al cabo de un rato el extremo frío por donde la tenemos agarrada, se calienta (conducción); ponemos un bombillo eléctrico encendido sobre una lámina y el cabo del tiempo, todo el aire que rodea la parte donde se ilumina, se calienta (convección); y, encendemos un radiador en un rincón del cuarto frío y el poco tiempo toda la habitación está confortable porque se ha irradiado el calor.

11. El estado de los cuerpos sólido, líquido y gaseoso depende de la temperatura y existe una cantidad de calor determinada para elevarla (calor específico), y, el punto de temperatura en el cual, sin cambio de ésta, se produce el cambio de estado (calor latente).

12. Se desconoce el límite superior al cual puede llegar a elevarse la temperatura.

13. La vida está ligada al calor por cuanto el proceso vital consiste en una serie de oxidaciones (combustiones) que manifiestan un constante proceso de transformación de la energía en materia y viceversa.

14. El progreso está asociado a la disponibilidad de energía. El uso del fuego para ello es característica humana exclusivamente y el hombre ha ideado, a través de la historia, nuevas fuentes de producción de energía, tales como los combustibles y ahora la energía nuclear para mover las máquinas.

Escalas termométricas y conversiones.

Para convertir grados centígrados en grados Fahrenheit: añadir 40° a los grados centígrados; multiplicar por $9/5$ y restar 40° .

Para convertir grados Fahrenheit en grados centígrados: añadir 40° a la temperatura Fahrenheit; multiplicar por $5/9$ y restar 40° .

TRABAJOS PRACTICOS

La observación diaria te permite conocer muchos fenómenos que suceden a tu alrededor. Si andas descalzo sobre un piso de cemento calentado por el sol, puedes sentir cómo quema; pero si caminas sobre el pasto al que el sol, afecta por igual, ya no te quemas. Piensa y explica por qué, pues en tu libro hay los datos para justificarlo.

Experiencia 1.

Toma dos esferas de materia diferente, como unas bolitas de juego, una de vidrio y otra de acero. Caliéntalas colocándolas sobre una cajita de lata puesta encima de una hornilla de la cocina.

Mientras se calientan, llena dos vasos iguales y con la misma cantidad de agua en cada uno.

Coloca un termómetro en cada vaso y comprueba que tienen ambos igual temperatura.

Toma cada bola con unas pinzas de madera (como las que se usan para tender la ropa) a fin de no quemarte, y deja en un vaso la de vidrio y en el otro la de acero.

Verifica la temperatura, que ha cambiado en los vasos, al cabo de un tiempo.

Relaciona el resultado con lo que dice el libro respecto al calor específico.

Experiencia 2.

Lo importante es comprender la diferencia entre temperatura y calor. Experimenta así: con sólo tocar los objetos te darás cuenta de que cada material tiene una temperatura que le es propia; así el mármol es frío, la lana es caliente. Pregúntate si mármol y lana tienen la misma temperatura, (un termómetro te lo indicará) o si es que son diferentes conductores del calor, es decir, que uno lo transmite más rápidamente que otro.

Otra experiencia es la siguiente: si conectas una plancha eléctrica y la vas tocando (desde que la corriente comenzó a circular y con cuidado), sucesivamente notarás cómo va poniéndose más y más caliente. Su temperatura sube porque las moléculas se mueven cada vez más rápidamente y producen calor.

Si al lado pones un termómetro, podrás medir cómo sube la temperatura. Observarás que la puedes tocar con un palo sin quemarte, pero si la tocas con algo de metal llegará un momento en que debes soltarlo porque el calor se ha conducido a su través. Por eso la madera es mal conductor del calor (aislante) y los metales, en general lo conducen bien.

Experiencia 3.

Tú puedes construir una máquina de vapor. Con una lata vacía de soldador amigo obture bien las ranuras para que el agua no se salga y que te suelde el trozo de tubo a un agujero adecuado. Por ahí mismo, hechas el agua hasta cierta altura en la lata y la pones sobre una fuente de calor. Cuando el agua hierva, el vapor saldrá por el tubo y si tú te ingenias para ponerle un émbolo al mismo tubo, te moverá una palanca y podrás tener tu maquinita de vapor.

Si tomas la tapa metálica de una cajita y cortas el doblez del borde y tuercas cada corte para que forme unas paletas, estás fabricando algo muy parecido a una turbina.

Un hueco en el centro de la tapa te permitirá utilizar una puntilla como el eje sobre el que puede girar tu rueda de paletas.

Colócala frente a la salida del chorro de vapor y verás cómo este hace que gire.

INSTITUTO LUCAS PACIOLO
BIBLIOTECA
BARRIO CUELLA-COL.

ELECTROMAGNETISMO

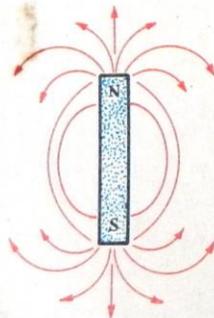
8.1. La magnetita: el imán natural.

La magnetita es una variedad del mineral de hierro (su fórmula es Fe_3O_4), que tiene un brillo metálico y se nombra vulgarmente como "piedra imán", ya conocida en China, desde el siglo III a J.C. Presenta la característica de atraer las limaduras o pequeños fragmentos de hierro y cuando se la suspende de un hilo, gira espontáneamente, hasta tomar la dirección norte-sur.

Si frotamos con un pedazo de magnetita una aguja o una varilla de hierro, siguiendo siempre la misma dirección, se consigue comunicarle estas propiedades. Por esto, durante muchos siglos los marinos mantuvieron en sus naves trozos de magnetita para remagnetizar las agujas de sus brújulas.

8.2. Polos de un imán.

Cuando acercamos una barra imantada, esto es un imán a otro, pueden ocurrir dos hechos: o se rechazan los extremos o se atraen bruscamente. En el primer caso, decimos que estamos aproximando dos polos iguales; en el segundo, que juntamos dos polos contrarios.



CAMPO MAGNETICO

Sabemos así cuáles son los contrarios y podemos marcarlos con pintura de diferente color. Luego, colgamos uno de una cuerda para que se oriente; y llamaremos polo positivo al que señala el norte, ya conocido, del lugar donde es-

tamos. El otro extremo corresponde al polo sur y la línea que los une, se llama eje magnético. Al cortar por la mitad este imán, descubrimos que en cada pedazo siguen dándose las propiedades de un imán completo, o sea, que existen polos positivo y negativo en cada nuevo trozo; lo cual se repite a cada corte y para todo nuevo pedazo. Ello permite deducir, que si, continuáramos cortando en piezas cada vez más pequeñas, llegaríamos a obtener un imán a nivel molecular, y siguiendo esta deducción hasta sus últimas consecuencias, puede concluirse que el magnetismo es susceptible de explicarse a nivel del átomo.

8.3 Explicación del magnetismo.

Entonces si los mismos átomos son imanes, como vimos, sólo quedaría por explicar por qué razón no todos los cuerpos tienen propiedades magnéticas.

Se explica considerando que el magnetismo se debe a pequeñas corrientes eléctricas que se originan en la rotación de los electrones alrededor del núcleo y como los electrones giran en direcciones diferentes, las corrientes originadas por ellos se anulan entre sí y no se presentan efectos magnéticos. Pero existen materiales como el hierro (Fe), por ejemplo, que siempre tiene cuatro electrones más que giran en un mismo sentido y es por ello que el átomo de hierro puede actuar como un imán, lo cual sólo sucede cuando todos los átomos son orientados en la misma dirección.

Para conseguir este efecto, utilizamos la acción de un imán o de una corriente eléctrica en un proceso que podríamos llamar "peinado" de los átomos y es justamente lo que hacemos cuando imantamos una aguja o una barra de hierro.

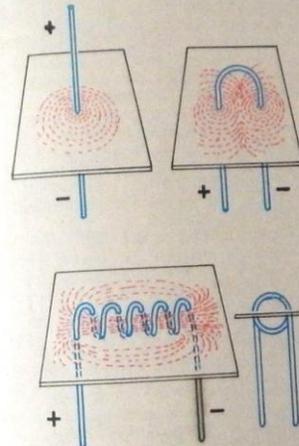
Según esta explicación, la imantación se debe a la orientación ordenada de los átomos o moléculas en algunos metales. De ahí que existe la posibilidad de reducir y casi anular el magnetismo de un imán, si lo calentamos o lo martillamos persistentemente.

8.4 Campo Magnético.

Podemos colocar una barra imantada (imán) debajo de una cartulina, y espolvorear sobre ésta un poco de limaduras de hierro. Bastará golpear, ligeramente, en la cartulina para que las

limaduras se distribuyan de modo que, en los extremos o polos del imán, se aglomeren muchas de ellas y formando una especie de círculos en cada uno, compongan un conjunto de franjas oscuras, por la mayor cantidad de partículas y otras claras porque allí hay menos limaduras. Hacia el centro de la barra se notará un espacio casi desprovisto de ellas. Las franjas indican las líneas de fuerza del imán y el conjunto de éstas, demuestra el campo magnético.

Campo magnético es la condición existente en la vecindad de un cuerpo magnético, originado en un imán o un conductor eléctrico, y es posible detectar y obtener imágenes de las líneas de fuerza que actúan en el campo magnético.



CAMPOS ELECTRO MAGNETICOS

Los diseños del campo magnético varían. Si la cartulina es atravesada perpendicularmente por un hilo eléctrico, la imagen nos dará una serie de círculos concéntricos. Cuando el hilo pasa por dos huecos y toma la forma de un puente o arco sobre la cartulina, veremos aparecer una doble disposición de círculos tangentes. Al hacer pasar la corriente por una espiral en forma de resorte, veremos alinearse en el centro las limaduras, con dos flujos divergentes en los extremos.

En forma más correcta, los efectos en un campo magnético se estudian con una o varias brújulas, ya que la desviación de las agujas permite establecer líneas más precisas.

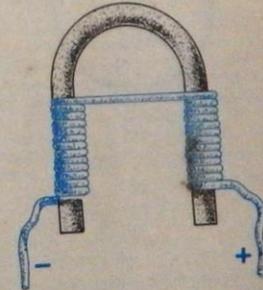
Todo campo magnético se mide por su magnitud (fuerza) y por su dirección.

8.5 Electroimanes.

El electroimán, consiste en un núcleo o barra de un metal magnetizable a cuyo alrededor se enrolla un hilo conductor de electricidad.

En 1820 el profesor danés Hans Christian Oersted descubrió, casi por casualidad, mientras dictaba una clase, cómo la corriente eléctrica puede inducir en el hierro las propiedades de un imán.

Tenía sobre la mesa una brújula, y casualmente colocó sobre ella un alambre por el cual circulaba corriente eléctrica. Oersted y sus alumnos observaron que la brújula giró hasta colocarse perpendicular al hilo electrificado revelando así que, alrededor de éste, se había formado un campo magnético. Que sepamos, fue ésta la única vez, que se ha realizado un descubrimiento en el aula. Así nació el electroimán.



La fuerza de un electroimán depende del número de vueltas del hilo y de la intensidad de la corriente. Con doble número de vueltas o espiras del hilo e igual intensidad de corriente, el imán tendrá doble fuerza. Pero la fuerza de un imán tiene un límite y llega un momento en que no se puede seguir aumentando; se dice entonces, que el imán llegó al punto de saturación.

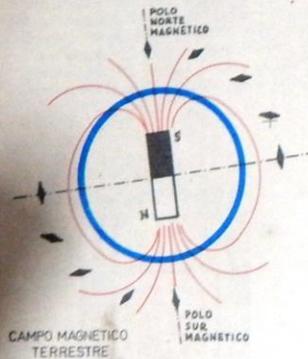
El uso de imanes y electroimanes se extiende a infinidad de aparatos, desde el timbre eléctrico y el teléfono a las grandes grúas magnéticas que elevan toneladas de chatarra; desde la puerta de un refrigerador, a los mecanismos que aseguran la ruta de las cápsulas de los viajes espaciales, los imanes ocupan un puesto privilegiado.

8.6 Magnetismo terrestre.

El campo magnético terrestre presenta dos centros de fuerza: los polos Norte y Sur magnético.

Estos puntos no corresponden con el eje de rotación terrestre, y actualmente están a unos 18° de los polos geográficos. Sabemos que su emplazamiento no es fijo y que varían con el tiempo.

Se ha calculado que el 94% de la fuerza del campo magnético terrestre procede del interior del globo y que un 6% tiene origen externo, principalmente producido por los campos magnéticos del sol y la luna.



8.7 Polos magnéticos y geográficos.

Todavía no existe una explicación científica completa para el magnetismo terrestre. Los geofísicos creen que el núcleo central está formado por una enorme masa de hierro que contiene una pequeña proporción de níquel. Teóricamente, se considera que una masa como ésta en movimiento, desarrolla propiedades eléctricas y magnéticas suficientemente fuertes para explicar la existencia del campo magnético terrestre.

En la tierra se pueden establecer con precisión los polos geográficos, ya que corresponden a la línea del eje alrededor del cual gira la tierra. Además, en nuestro planeta podemos detectar la existencia de polos magnéticos norte y sur, que corresponden a los extremos del eje de un campo magnético.

Los puntos polares magnéticos y geográficos no se hallan en un mismo lugar; los estudios de geomagnetismo demuestran que los polos magnéticos cambian permanentemente en forma regular y previsible. Para explicar este fenómeno, se supone que las corrientes magnéticas se originan a gran profundidad en el núcleo de la tierra y que éste debe estar en cambio constante.

8.8 Brújula de dirección.

Es un instrumento constituido por un imán libre para poder girar en cualquier dirección horizontal. Así una barra magnetizada, colocada sobre un flotador en la superficie de un líquido, actuará como brújula, pues, se orientará por la atracción del magnetismo terrestre.

Normalmente las brújulas se construyen colocando una lámina de acero fuertemente magnetizada sobre un pivote, para que pueda girar libremente en el plano horizontal.

La brújula magnética se basa en el principio de que los polos magnéticos del mismo signo se repelen, mientras que los de signo contrario se atraen. La aguja de la brújula se alinea libremente por sí misma con referencia al campo magnético terrestre, pero no opera en las proximidades de los polos magnéticos.

La principal función de la brújula es marcar una dirección de referencia fija, como es el Norte. Las naves y los vehículos pueden por tanto deducir en qué dirección se mueven, observando los cambios sobre un círculo graduado, en cuyo centro está la aguja imantada, que marca siempre el Norte-Sur. El círculo graduado sobre el que gira la brújula se divide desde 0° al Norte, hasta 360° siguiendo el sentido de las agujas de un reloj.

El Norte corresponde a 0°, al Este a 90°, el Sur a 180° y el Oeste a 270°.



8.9 Brújula de declinación.

La tierra tiene un magnetismo interno similar al que produciría la barra de un imán corto y muy potente, situado en su centro. Las líneas de fuerza que van hacia los polos, son verticales en dos puntos de la superficie de la tierra; a estos puntos los hemos llamado polos magnéticos. Otras líneas de fuerza (perpendiculares a este eje) se dirigen por el plano horizontal del Ecuador situado a distancia media entre los dos polos magnéticos.

Cuando la aguja de una brújula se coloca a manera del fiel de una balanza, o sea, que pueda girar sobre un eje horizontal, observamos que adopta una determinada inclinación (o buzoamiento magnético). Esta inclinación forma un ángulo con el meridiano geográfico del lugar, y este ángulo o desviación recibe el nombre de declinación magnética.

8.10 Electricidad.

La electricidad abarca los fenómenos físicos que se refieren a los efectos producidos por las cargas eléctricas. Durante siglos el hombre conoció ciertas manifestaciones de la electricidad actuando como una fuerza de atracción, inventó aparatos que generaban cargas eléctricas y usó la electricidad mucho antes de saber qué era.

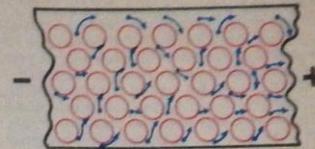
Los antiguos griegos observaron que al frotar vigorosamente un pedazo de ámbar (que es una resina fósil) ésta atraía y levantaba sustancias de poco peso con el polvo, y objetos como una pluma. De la palabra *elektron* que significa en griego "ámbar", se deriva el nombre electricidad.

A mediados del siglo pasado, aún se concebía la electricidad como una "corriente" entre dos puntos con "carga" diferente. A finales de siglo se demostró la existencia de partículas con cargas positivas (protones). Hoy, gracias al avance en el conocimiento de la estructura de los átomos, sabemos que la electricidad puede explicarse por la teoría atómica.

Cuando describimos el átomo se dijo que éste consiste en un núcleo con carga eléctrica positiva, rodeado de un cierto número de electrones de carga negativa. Como en general las cargas negativas de los electrones equivalen a una carga igual a la positiva de su núcleo, el átomo es eléctricamente neutro.

Algunas sustancias tienen electrones débilmente sujetos y es fácil desprenderlos, simplemente frotando la superficie los electrones quedan libres y pueden transitar a otras sustancias. En este caso la pérdida de un electrón deja en el átomo un exceso de carga positiva, mientras la ganancia de un electrón por la segunda sustancia dará a su átomo un exceso de carga negativa.

CORRIENTE ELECTRICA



IONES
ELECTRONES

En estas condiciones, las cargas eléctricas pasarán de una sustancia a otra, simplemente por redistribución de electrones, pero en ningún caso se destruyen las cargas eléctricas; siendo éste, el principio que conocemos como conservación de carga.

8.11 Aisladores y conductores.

Estamos acostumbrados a clasificar diferentes materiales en aisladores y conductores. Sabemos que al tocar con un metal un alambre por el que pasa una corriente eléctrica, ésta llega hasta nosotros, y cuando hacemos lo mismo con un listón seco de madera no sentimos efecto alguno.

Esto nos permite deducir que ciertas sustancias no mantienen la carga eléctrica sino que la dejan pasar fácilmente; a éstas se las denomina conductores y las sustancias que la mantienen (no la dejan pasar) son no conductores o aisladores.

Los metales y el agua son buenos conductores, el vidrio, el papel, los plásticos y la seda, por ejemplo, son aislantes. En principio los buenos conductores del calor, lo son también de la electricidad.

La diferencia entre conductores y aisladores podemos explicarla diciendo que en los conductores, algunas partículas eléctricas están en libertad de moverse de un punto a otro; por el contrario, esto no es posible en una sustancia aisladora.

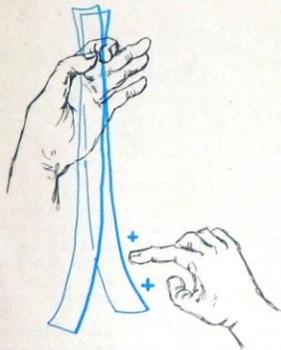
El paso de la electricidad por un conductor no debemos imaginario como el de un líquido por un tubo. La electricidad en su paso no se parece al agua de la manguera de los bomberos, sino a una cadena de personas (o átomos) que pasan unas a otros baldes de agua (o electrones que pasan de átomo a átomo).

8.12 La electricidad estática.

Esta parte de la física, supone el estudio de las cargas eléctricas en reposo y de los campos eléctricos a que dan lugar.

El principio fundamental de la electrostática es **que cuerpos con electricidad del mismo signo se repelen, mientras que los cuerpos con carga de signo contrario se atraen.**

Cada vez que dos cuerpos se frotan entre sí, se transfieren electrones de uno a otro, o sea uno de los cuerpos recibe una carga positiva y el otro negativa. Esto sucede, por ejemplo, cuando frotamos con movimientos rápidos de nuestra mano una hoja de papel. De hecho el papel tiene **electricidad estática** o electricidad que no se transmite, o **carga eléctrica en reposo.**



ELECTRICIDAD ESTÁTICA

Si tomamos dos tiras de papel (o de plástico) y las mantenemos en posición vertical, sujetándolas solo por el extremo más alto, es suficiente pasar el índice y el pulgar de la otra mano frotándolas hacia abajo para comprobar que las tiras se separan.

Lo que ha sucedido es que por la fricción de la mano han adquirido ambas un mayor número de electrones (partículas negativas) y se han "electrizado". Las tiras se separan una de otra porque poseen una carga de igual signo, en este caso negativo.

Mientras están separadas, al acercar un estilógrafo de plástico a una de ellas, será atraída; pero si frotamos el estilógrafo sobre nuestra manga y lo acercamos, como el estilógrafo se habrá cargado también negativamente, repelerá el papel. Podemos realizar infinidad de experimentos similares, y en todos ellos comproba-

remos **que cargas de igual sentido se repelen y que las de signo contrario se atraen.**

8.13 Electricidad atmosférica.

Ciertos procesos eléctricos tienen lugar en la capa inferior de la atmósfera. Son de origen muy complejo y no tenemos para ellos una explicación totalmente satisfactoria. Pero sí sabemos que las nubes están en general electrizadas y ello puede originarse en el rozamiento de las gotas de humedad que ascienden rápidamente al formarse nubes. Las nubes de gran tamaño como los cúmulos, debido a una rápida ascensión del aire, contienen una alta carga eléctrica que fácilmente se descarga en forma de rayos.

El rayo es una chispa eléctrica por la que se neutraliza la carga positiva en la parte alta con la negativa de la base, que es la tierra.

8.14 Electricidad positiva y negativa.

Hemos visto cómo se pueden hacer aparecer cargas eléctricas al friccionar o frotar ciertos cuerpos. Cuando frotamos una barra de ebonita, (caucho endurecido por vulcanización), con un paño de lana, y tocamos con ella una bolita liviana de corcho, forrada con papel de estaño pendiente a manera de péndulo, de un hilo de seda (la seda es un mal conductor), la bola quedará cargada de electricidad.

Si a continuación volvemos a frotar la barra de ebonita y la acercamos nuevamente a nuestro péndulo, vemos que la bola se separa. Pero, si en lugar de la barra de ebonita, frotamos una de vidrio y la acercamos al péndulo, la bola tiende a entrar en contacto con el vidrio.

Esto nos indica la existencia de dos clases de electricidad: la del vidrio y la de la ebonita.

Se convino en llamar **positiva** la electricidad del vidrio y **negativa** la de la ebonita.

Esta experiencia no puede hacerse con una barra metálica, pues por ser buen **conductor**, el metal pierde las cargas engendradas que se desplazan por el cuerpo del experimentado hacia la tierra.

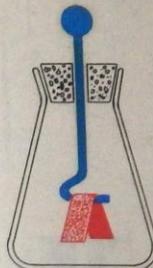
Sólo los malos conductores (aislantes) son aptos para estas experiencias.

8.15 Electroscopio.

Es un instrumento para detectar la presencia y determinar el signo de una carga eléctrica. El tipo más sencillo consiste en una varilla cuyo extremo superior termina en una esfera metálica, mientras en el inferior penden las laminillas de oro o aluminio que por su propio peso, tienden a entrar en contacto. Esta varilla atra-

viesa un tapón de corcho y se coloca en el interior de un frasco, como un matraz de laboratorio, que actúa como protección a las corrientes de aire.

ELECTROSCOPIO



Con una varilla de caucho endurecido (ebonita), frotada para que adquiera una carga negativa, se hace contacto en la esfera superior del electroscopio. Este queda cargado y las hojas de oro se separan, por ser de igual signo la electricidad que les llegó.

Si al acercar a la esfera superior otro cuerpo con carga eléctrica desconocida, observamos una mayor separación en las láminas, deducimos que la electricidad es del mismo signo de la carga anterior, en este caso negativo; en el caso contrario, veremos acercarse las laminillas. Lo cual evidenciará su carga positiva.

Si establecemos contacto entre la esfera superior y el suelo, ya sea tocándola con el dedo o usando un cable conductor, se descarga el electroscopio y las láminas metálicas de su interior entran en contacto por su propio peso, quedando el instrumento listo para una nueva experiencia.

Se construyen electroscopios con escalas que permiten medir según la inclinación de la lámina de oro, la cantidad de corriente, llamados **electrómetros** o **voltímetros electrostáticos.**

8.16 Leyes de la electricidad.

De cuanto hemos visto hasta ahora, puede establecerse como ley que **las cargas eléctricas de un mismo signo se repelen, mientras las de signo opuesto se atraen.**

C.A. Coulomb (1736-1806) al estudiar la interacción de las cargas eléctricas encontró que **la fuerza de atracción o de repulsión, que se ejerce entre dos cuerpos cargados eléctricamente varía en razón directa del producto de su carga y en razón inversa del cuadrado de la distancia que los separa.** Esta formulación se conoce como **Ley de Coulomb** y fue la base de todas las investigaciones sobre la electricidad.

8.17 Conductividad eléctrica.

Es la **capacidad de un material para conducir la corriente eléctrica.** A la característica opuesta se le llama **resistividad eléctrica.**

Las corrientes eléctricas en los metales son causadas por los electrones móviles, no ligados en particular a ningún átomo, y que por tanto pueden moverse por todo el metal.

Ya vimos que los metales son por lo general muy buenos conductores, señalemos ahora que al calentarse disminuyen la conductividad.

8.18 Corriente eléctrica.

La corriente eléctrica supone el transporte de cargas eléctricas.

Se llama **intensidad** de corriente eléctrica la cantidad o carga de electricidad transportada por unidad de tiempo. Esta se mide en **amperios.**

La corriente eléctrica puede ser **continua** o **alterna.** La corriente continua es de una sola dirección, mientras que la corriente alterna varía periódicamente de sentido.

8.19 Pilas y acumuladores.

Son dispositivos que generan y almacenan energía eléctrica. El tipo más corriente es el que convierte energía química en eléctrica. La electricidad producida se manifiesta como corriente continua.

Tomemos dos recipientes: llenémoslos con una solución de ácido sulfúrico y coloquemos en uno de ellos, una barra de cobre y en el otro, una de zinc. Será suficiente unir con un alambre la de cobre del primero, con la de zinc del segundo y cerrar el circuito para comprobar la corriente que se forma con un pequeño bombillo de linterna; veremos que se iluminará. Es una pila química sencilla.

La primera pila fue fabricada en 1800 por Alessandro Volta, quien dispuso una serie de discos de plata y zinc alternados, separados por

un disco de tela empapado en una solución de sal. El disco inferior de plata se conectaba al superior de zinc, comprobándose el paso de una corriente eléctrica.



PILA DE VOLTA

Pueden escogerse cualesquiera metales diferentes y un líquido, pues basta que exista acción química entre el líquido y uno de los metales.

Estas pilas descritas se conocen como pilas primarias. Si unimos dos o más pilas, tendremos una batería.

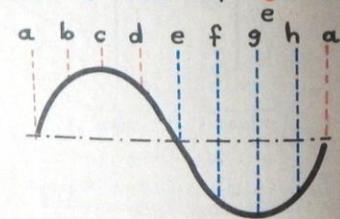
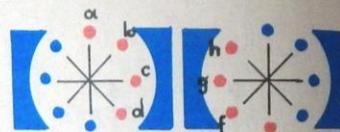
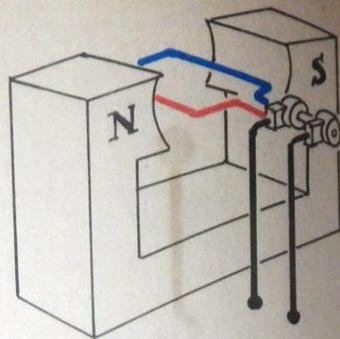
El acumulador (corrientemente llamado batería) de un automóvil, es una pila secundaria. En el interior del recipiente se colocan unas láminas de plomo sumergidas en ácido sulfúrico diluido. Por sí misma, esta disposición no produce corriente, pero en cambio puede acumular la electricidad, siendo suficiente cargarla o recargarla, haciendo entrar en el acumulador energía eléctrica, en la dirección contraria a como normalmente la deja salir.

8.20 Generadores de electricidad.

Partiendo del hecho que el fluido eléctrico podía desviar la posición de la aguja de una brújula y podía convertir un trozo de hierro en electroimán, no era difícil idear el aprovechamiento de estos efectos para mover una rueda.

En 1813, Faraday demostró que un imán podía generar corriente. Cuando un imán gira rápidamente alrededor de una bobina, (arrollamiento de alambre conductor alrededor de un núcleo metálico), se origina una corriente eléctrica que circula en sentido contrario al del imán.

Es importante precisar que la corriente sólo se origina cuando hay un movimiento relativo entre imán y bobina y que la intensidad de la corriente aumenta, al ser más rápido el movimiento.



GENERADOR DE ELECTRICIDAD

Un generador eléctrico o **dinamo**, tiene como elementos esenciales: imanes potentes y bobinas que puedan girar rápidamente.

Si una espira rectangular gira entre los polos opuestos de un imán, la corriente circula por el alambre enrollado. Esto se debe a que corta las líneas de fuerza, lo que genera un flujo de corriente. El voltaje (valor de la fuerza electromotriz), es máximo en la posición de 90° , luego empieza a aumentar de nuevo, cambiando la corriente de sentido, para circular en dirección contraria y el voltaje alcanza otra vez su máximo de 270° .

Estúdiese con detalle los esquemas e ilustraciones del texto.

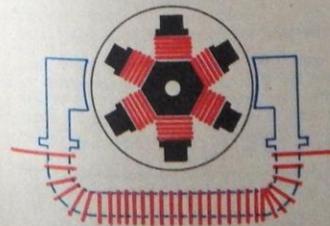
Si los extremos giratorios de la espira o arrollamiento hacen contacto con anillos de latón fijados en el eje que lo hace girar, puede recogerse la corriente mediante escobillas de carbono que se apoyan sobre los anillos. La corriente generada permite encender una lámpara, pero su luz oscilará ya que la corriente disminuye cuando los lados del plano de la "espira rectangular" se alejan de los polos y aumenta cuando se acercan. En este caso la dirección de la corriente cambia en cada media vuelta, y a la electricidad generada se la llama **corriente alterna**.

El mismo generador o dinamo puede producir **corriente continua** o sea un flujo de corriente en una sola dirección; para obtenerlo es suficiente conectar los extremos de la bobina a dos medios anillos, a los que llamaremos **conmutador**. Gracias a este dispositivo tan sencillo, el sentido de la corriente obtenida dejará de ser alterna para convertirse en **continua**.

El **conmutador**, dividido en dos partes separadas entre sí con mica, permite que cada escobilla se encuentre durante medio giro en contacto con una mitad del anillo y durante el otro medio giro con la otra mitad.

Para mejorar el rendimiento, en lugar de una simple espira como la hemos descrito, se construyen varios **grupos** de espiras enrolladas en un anillo de hierro, al que se llama **inducido** y se emplean dos o más pares de imanes.

Al aumentarse el número de pares magnéticos y la velocidad del **inducido** se consigue una más alta frecuencia. Ello es necesario, ya que una **corriente alterna** de baja frecuencia, haría que la luz de una lámpara oscilase, pero cuando la frecuencia es superior a 50 períodos por segundo, basta para que la luz se mantenga constante, sin importar que la dirección de la corriente cambie continuamente, porque el filamento alcanza a permanecer incandescente por el paso del corriente.



MOTOR ELECTRICO

8.21 Motores eléctricos.

En su principio son idénticos a un dinamo o generador eléctrico. De hecho, en la **dinamo** una fuerza motriz al hacer girar el dispositivo produce corriente eléctrica; pero si, por el contrario, le hacemos llegar corriente eléctrica a la **dinamo**, ésta comenzará a girar.

En el motor eléctrico es la corriente la que hace mover el inducido, lo que puede aprovecharse para obtener energía mecánica.

8.22 Interruptores.

Son dispositivos que permiten cortar el paso de una corriente eléctrica o cambiar el sentido de la corriente de un circuito. Fundamentalmente constan de dos (o más) contactos montados sobre una base aislante, dispuestos en forma que puedan conectarse (unirse) o desconectarse (separarse) ya sea manualmente o en forma automática.

8.23 Fusibles.

Puede considerarse a los **fusibles** como un interruptor automático. En esencia es un elemento conductor, cuya composición, medida y propiedades son tales, que, cuando circula por él una corriente de intensidad superior a la que resiste un aparato y conviene para su correcto funcionamiento, se funde y corta el circuito, evitando las averías o peligros que ocasionaría el paso continuado de una corriente excesiva.

8.24 Electrólisis.

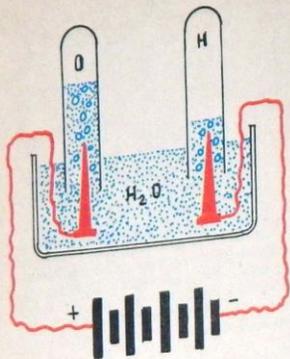
Consiste en la descomposición de sustancias químicas, en sus componentes, por razón del paso de una corriente eléctrica.

El fenómeno de la **electrólisis** puede observarse fácilmente mediante una batería, conectando un alambre en cada polo e introduciendo ambos en un vaso lleno de agua, cuya conductividad puede aumentarse añadiéndole una pequeña cantidad de sal. Veremos aparecer una porción de burbujas en la superficie de cada hilo.

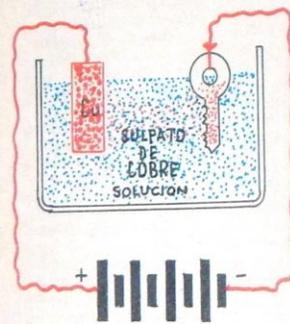
Se trata de burbujas de oxígeno e hidrógeno, elementos de que está formada el agua, la que se descompone al paso de la corriente.

Las burbujas de oxígeno se forman en el alambre llamado **ánodo**, que es el del polo positivo de la batería; las de hidrógeno provienen del **catodo** o polo negativo.

En igual forma que se electroliza el agua podemos descomponer otras mezclas líquidas. Si en una cubeta llena con una solución de sulfato de cobre, introducimos los dos hilos conductores de electricidad que van desde el **ánodo** al **catodo**, veremos cómo este último se recubre de cobre.



ELECTROLISIS



GALVANOPLASTIA

8.25 Galvanoplastia.

Cuando el hilo del cátodo está unido a un objeto de cualquier metal, veremos que dicho objeto queda recubierto por una fina capa o película de cobre, cromo, etc., según sea el metal que se deposite en la superficie del objeto del cátodo, lo que se llama cobrizado, cromado, etc., y es de gran importancia industrial. Se conoce este procedimiento como galvanoplastia. Es utilizado en gran escala para purificar o refinar metales, ya que sólo se trasladan los átomos puros del ánodo al cátodo.

8.26 Aplicaciones de los electroimanes.

El timbre eléctrico.

Cuando una corriente eléctrica circula por un electroimán, el núcleo metálico atrae fácilmente la lámina de un resorte que se encuentra frente a él y como este resorte termina en un pequeño badajo, que percute sobre una campanilla, producirá un sonido al golpearla; como a la vez, por este movimiento se interrumpe el circuito, el electroimán, deja de actuar; pero la elasticidad de la lámina hace que regrese a su posición y se establece de nuevo el circuito.

El movimiento se repetirá tantas veces, como con el botón interruptor dejamos en circulación la electricidad.

El telégrafo.

La invención de la pila permitió transmitir cargas eléctricas a lo largo de hilos conductores a una velocidad de 300.000 kilómetros por segundo.

La primera aplicación práctica fue el telégrafo que se inventó en 1830. Su principio fundamental consiste en el paso o la interrupción a voluntad de una corriente eléctrica. Las variaciones de corriente afectaban un electroimán que podía estar colocado a gran distancia; éste atraía o alejaba un brazo en cuyo extremo se sostenía un estilo que trazaba una línea, la cual continuaba o se interrumpía, según se apoyase o no sobre una cinta de papel que se desenrollaba a velocidad constante.

Los trazos resultantes eran puntos o líneas cortas según el tiempo que el estilo (marcador) rayase la cinta. Un alfabeto de signos como el Morse que aún se utiliza, permitía escribir el mensaje.

En el año 1844 se estableció la primera línea telegráfica comercial entre Nueva York y Baltimore.

El teléfono.

Inventado por Alexander Graham Bell y patentado en 1876, es en su forma elemental, un aparato para transmitir y recibir las señales sonoras de la voz humana en forma de ondas eléctricas. Comprende un transmisor, un receptor y una conexión eléctrica.

Las ondas sonoras de la voz del emisor, hacen vibrar una lámina metálica llamada diafragma que está situada frente a un electroimán. Se produce así una variación en el campo eléctrico que da origen a ondas electromagnéticas que varían la tensión e intensidad eléctrica en los arrollamientos de la bobina del electroimán.

Estas ondas electromagnéticas se desplazan por la línea conductora, hasta llegar al receptor, produciendo allí el efecto inverso o sea una vibración de la lámina del diafragma de recepción igual a la del sonido original emitido que queda así reproducido.

8.27 Voltio.

Al conectar un alambre conductor a los polos de una batería, vemos que se produce el paso de una corriente eléctrica. No olvidemos que son los electrones libres del hilo conductor los que se ponen en movimiento y que la batería no crea electrones.

En toda pila se produce tensión eléctrica que hace pasar la electricidad a través de un circuito. La corriente es la intensidad del flujo eléctrico, y la diferencia de tensión entre dos puntos de un circuito se denomina **diferencia potencial**.

Para medir la tensión eléctrica o potencial se toma como unidad el voltio.

8.28 Ondas de radio.

Las chispas eléctricas son una forma primitiva de las ondas de radio; se las conoce también bajo el nombre de ondas herzianas por ser Hertz el primero que detectó, produjo y midió este tipo de ondas electromagnéticas.

Cuando una corriente eléctrica circula por un conductor, la energía se almacena en el campo creado alrededor del hilo. Si esta corriente se invierte rápidamente de sentido, la energía se transforma en ondas electromagnéticas que pueden ser detectadas a distancia.

Estas ondas se desplazan a la misma velocidad que la luz, (o sea a 300.000 kilómetros por segundo) y se difunden por el espacio y entre ciertos límites de frecuencia son reflejadas por los estratos gaseosos de la ionosfera, lo que permite hacerlas rebotar hacia otro punto de la tierra.

Si disponemos de un aparato eléctrico que produzca ondas electromagnéticas cuya longitud esté comprendida entre 1 cmt. y 10^4 cmt. al que llamamos **transmisor**, y una **antena** que

difunda (o transmite) dichas ondas al espacio, otro aparato **receptor**, puede captar en su antena las ondas emitidas, o sea **sintonizar** dichas ondas con la misma **frecuencia** en que fueron emitidas.

Como en el teléfono, las ondas sonoras, producen variaciones en el micrófono y éste las traduce a vibraciones eléctricas.

El receptor de radio invierte la operación, pues recibe vibraciones eléctricas que enviadas al altavoz, lo hacen vibrar y se transforman en ondas sonoras.

8.29 Rayos X.

En 1895 Röntgen al seguir investigando los efectos de las descargas eléctricas en los gases, descubrió que ciertas sustancias adquieren **fluorescencia** (lucen en la oscuridad). Se trataba de un flujo desconocido y por esto se les llamó **rayos X**. Hoy sabemos que son ondas electromagnéticas de pequeña longitud y de igual naturaleza que la luz visible.

La característica de los rayos X es que no pueden ser desviados por un electroimán, deduciéndose por tanto que no se dirigen a partículas negativas.

Se producen rayos X cuando un haz de electrones de alta energía cinética incide sobre un blanco material. La producción de electrones se realiza mediante una carga en el interior de un tubo de gas enrarecido.

Los rayos X, tienen un alto poder de penetración, que aumenta cuanto más rápido es el movimiento de los electrones. Como pasan a través de los tejidos musculares, pero son detenidos por los huesos, se obtienen fácilmente fotografías del esqueleto. Una exposición demasiado prolongada, repetida con frecuencia, produce lesiones y aun **cáncer**. Como el plomo los absorbe, quienes los emplean usan pantallas de este metal, para protegerse de sus radiaciones.

Al aumentar su potencia de penetración, la industria los utiliza para obtener radiografías de piezas de acero, ya que alcanzan a traspasar un grueso de unos 30 centímetros en este metal. Así se comprueban si tienen o no defectos internos.

Palabras nuevas:

Magnética
Ferromagnéticos
Reticula
Línea de fuerza
Magnitud (fuerza)
Saturación

Geomagnetismo
Buzamiento
Declinación
Estática (electricidad)
Ebonita

Electrómetro
Voltímetro
Resistividad
Amperios
Inducido

Electrólisis
Cátodo
Anodo
Galvanoplastia
Voltio

VOCABULARIO

RETENGAMOS LO ESENCIAL DEL TEMA

1. Los **imanes** son naturales y artificiales; ambos caracterizados por las mismas propiedades; siendo la principal, el poseer un polo positivo y un polo negativo, que se atraen cuando son contrarios y se repelen cuando tienen el mismo signo.

2. Los materiales susceptibles de ser imantados se llaman **ferromagnéticos** y el fenómeno de la imantación sólo es comprensible a nivel de la estructura atómica.

3. Los efectos de un imán se denominan **campo magnético** y se hacen observables su **dirección** y su **magnitud** (fuerza).

4. El paso de la corriente eléctrica por un alambre enrollado alrededor de una barra de metal magnetizable, desarrolla un campo magnético en ella, esto es un **electroimán**. Su fuerza depende del número de vueltas y de la intensidad de la corriente hasta que llega a un cierto punto límite que se llama saturación.

5. La **tierra es un imán gigantesco** con sus polos cuya acción es conocida y utilizada en muchos casos, aunque no disponemos de una teoría completa al respecto. La aplicación más directa del campo magnético terrestre son las brújulas direccional y de declinación.

6. La **electricidad** fue conocida y aprovechada por el hombre desde mucho antes de explicarse como fenómeno físico. Hoy lo comprendemos como resultado de la redistribución y conservación de la carga en los electrones del átomo.

7. Cuando una sustancia adquiere electrones cedidos por otra, se produce la **electrización**; de ahí que la carga eléctrica en reposo (electricidad estática) se presente por fricción aun del aire y de las minúsculas gotas que forman las nubes.

También la electricidad tiene polo positivo y polo negativo.

8. El concepto de positivo y negativo en electricidad, proviene de las primeras experiencias, cuando se llama positivo al resultado de frotar el vidrio y negativo al de frotar la ebonita, materiales ambos malos conductores. La observación de estos efectos se hace con el **electroscopio**, aparato sencillo descrito en el texto.

9. La atracción y repulsión entre los polos eléctricos es semejante a la de los imanes y se regula por la **ley de Coulomb**.

10. La corriente eléctrica es un transporte de electrones que circulan a lo largo de un conductor, lo que se define como carga y cuya intensidad es la cantidad de carga transportada por unidad de tiempo, lo que se mide en amperios. Si el transporte de carga sigue una misma dirección, la **corriente es continua**, si varía de sentido, es **alterna**.

11. La **electrólisis** libera electrones de una sustancia, de modo que los átomos ionizados se desplazan obligados de un polo a otro, en dirección fija. Esto es lo que se aprovecha en galvanoplastia.

12. Los **electroimanes** se aprovechan en los aparatos de transmisión directa como el **timbre**, el **teléfono** y el **telégrafo**. No así en los de transmisión sin hilos, como la radiotelefonía, la televisión, etc., que se deben a ondas originadas por fenómenos eléctricos, conocidos con el nombre de **herzianas**.

13. Para medir la tensión entre dos puntos se emplea el electroscopio especial llamado **voltímetro electrostático**, que usa el voltio como unidad.

Colócala sobre un pedazo de corcho o de balsa que esté flotando en un recipiente con agua, y observa que pronto toma una dirección y sigue manteniéndola. Mueve lentamente el recipiente y verás que la aguja sigue apuntando al mismo lugar. La aguja imantada señala los Polos Magnéticos terrestres.

Experiencia 4.

¿Tú quieres saber dónde hay electricidad? En todas partes.

Si te quieres convencer prepárate un **electroscopio** para tu uso personal.

Consigue un frasco de boca ancha, como aquellos donde vienen las conservas de fruta, lávalo y sécalo perfectamente. Con corcho o madera prepara un tapón que apriete bien en la boca y hazle un agujero pequeño en el mismo centro, por donde pasarás un alambre grueso en cuyo extremo inferior harás un doblez, en ángulo recto, es decir, en forma de L.

En la parte horizontal de esta L colocarás "a caballo" una tira de papel metálico (de cigarrillos, de chocolate o del que se usa para envolver alimentos en el refrigerador) en forma de V invertida.

Cuando aproximes el extremo exterior del alambre a la perilla de una puerta, o a una vari-

lla de vidrio que hayas frotado contra una manta seca, verás las ramas de la V cómo se separan y se cierran porque los objetos están electrizados.

Si tienes a mano una batería de automóvil conecta un alambre eléctrico a cada borne, al positivo (+) y al negativo (-) y con unas pinzas de madera (las de colgar ropa) agarra los extremos libres de cada alambre y aproxímalos. Verás saltar una chispa. No los agarres con tus dedos porque el choque de la corriente es desagradable.

Experiencia 5.

A veces, cuando te peinas con el cabello seco, oyes un chisporroteo muy liviano. Es la **electricidad estática** que se origina al frotar el plástico del peine contra tu cabello, pues, estás cargando electricidad.

Experiencia 6.

Toma una puntilla de hierro de unos 10 cm. y enróllale un hilo eléctrico de los cubiertos con algodón, dándole unas 20 vueltas.

Conecta los extremos del hilo a los polos de una pila de linterna y podrás comprobar que la puntilla actúa como un imán porque se ha magnetizado.

TRABAJOS PRACTICOS

Vivimos en un mundo que se mueve por la electricidad y por tanto tienes a mano la manera de observar por tí mismo infinidad de cosas y deducir tus respuestas.

Experiencia 1.

Sobre un mapa de Colombia coloca una hoja de papel transparente. Une tu ciudad a otras del país con una línea, y usando una brújula, indica qué dirección o rumbo deberías tomar para viajar de tu ciudad a cada una de las otras que has escogido.

Experiencia 2.

Consigue una brújula y procura determinar con ella las direcciones de tu ciudad. Sal a pasear, da una vuelta a la cuadra y anota en cuanto cambia la dirección al doblar cada esquina, comprueba la dirección al regresar al punto de salida.

Experiencia 3.

Toma una aguja de coser, frótala con un imán siempre en la misma dirección (no en vaivén).

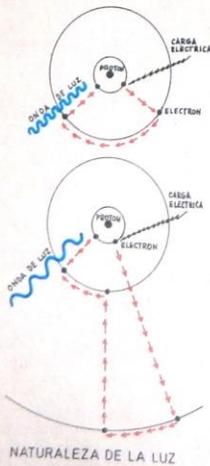
LA LUZ

9.1 Naturaleza de la luz.

La física actual explica ciertos fenómenos de la luz con base en la teoría ondulatoria, o sea aceptando que la luz es una onda, y otros fenómenos, partiendo de que la luz es una partícula, **fotón** o **corpúsculo**.

Aun cuando fotones y ondas parecen contradictorios, pueden ser explicados en términos matemáticos de rigurosa lógica.

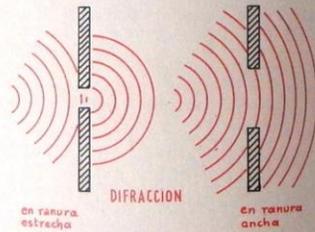
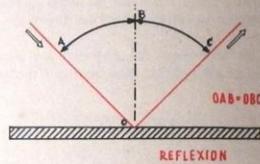
En 1913, el físico danés Niels Bohr presentó una nueva teoría sobre la estructura de la materia, en la que establecían el número y el diámetro de las órbitas de los electrones que giran en cada átomo. De esta hipótesis se deducía que, cuando un electrón pasa hacia una órbita más externa (alfa) tiene que absorber energía y que si pasa a una más interna (beta), se desprende energía. En este caso al **concentrarse** la energía aparecen los **fotones** y a este mecanismo se debe la producción o absorción de la luz.



9.2 Propagación de la luz.

El hecho que más fácilmente puede apreciarse respecto a la luz es su tendencia a propagarse en línea recta. Como veremos, en ciertos casos, esto no se cumple.

La luz se propaga a una velocidad infinita, es decir que no puede ser sobrepasada. Esta velocidad en el vacío es de **299.782.8 kilómetros por segundo** y se acepta como 3.000.000 km/s para facilitar los cálculos. Al atravesar un medio líquido o sólido transparente y traslúcido, su velocidad disminuye.



9.3 Difracción y reflexión.

Dijimos antes que la luz tiende a propagarse en línea recta. No obstante, podemos comprobar que el rayo de luz se desvía ligeramente cuando pasa junto al borde de un obstáculo. Es el fenómeno que conocemos con el nombre de **difracción**.

Es suficiente mirar la luz que pasa por entre la ranura que dejan los dedos juntos de nuestra mano y observar los límites borrosos de las sombras, que se deben a la difracción.

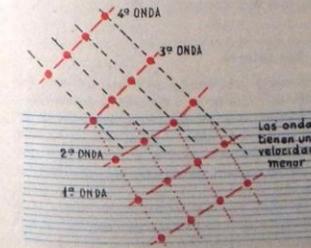
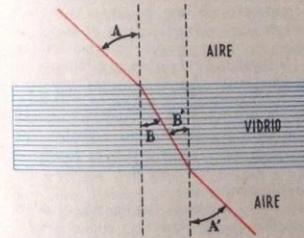
En cuanto a la **reflexión** de la luz, el mejor ejemplo nos es dado por la luna, que es visible

simplemente porque la luz solar se refleja en ella y llega a nosotros.

En el campo de la Óptica, utilizando superficies muy pulimentadas, como es un espejo, se comprueba que el **ángulo de reflexión es igual al ángulo de incidencia**. Se llama **rayo incidente** al que va desde la fuente luminosa hasta la superficie reflectante (o espejo), incidente significa el que "cae" o "choca". El ángulo formado por la dirección del rayo incidente y la perpendicular a la superficie del espejo se llama **ángulo de incidencia** y el rayo que rebota desde la superficie del espejo, se llama **rayo reflejado**. El ángulo que éste forma con la perpendicular, es el **ángulo de reflexión**.

Si el espejo es **cóncavo**, las imágenes en él reflejadas pueden aparecer ampliadas, mientras que en el **convexo**, se ven más pequeñas, pero, en todos los casos, el **ángulo de incidencia y el ángulo de reflexión son iguales**.

Al igual que la luna, cuya superficie es muy irregular, todas las superficies no pulidas reflejan la luz. Ahora bien, cuando la luz se refleja de manera irregular y en todas direcciones, como sucede al chocar con las partículas de un gas, se produce el fenómeno de **difusión**. De hecho el color azul del cielo se debe a la difusión de la luz, por lo cual el mejor ejemplo de este fenómeno lo da la atmósfera.



REFRACCION Y CAMBIO DE LA VELOCIDAD DE LA LUZ

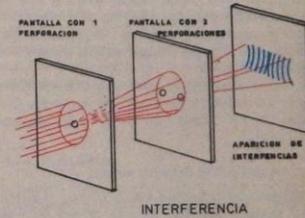
9.4 Refracción.

Es el efecto de la desviación de los rayos luminosos debido al hecho de que la luz se propaga a velocidades desiguales, por razón de las diferentes densidades, en medios distintos. La imagen de una cucharita parcialmente introducida en el agua, se presenta como aparentemente doblada.

Esta refracción se produce porque la parte de la cucharita que está en el aire está iluminada por una luz más rápida (porque un gas contiene menos moléculas) que la que atraviesa el agua (la cual, por ser un líquido, tiene más densidad molecular).

9.5 Interferencia.

Si disponemos dos pequeñas rendijas paralelas bastante juntas en un cuerpo opaco, vemos que la luz que pasa por ellas, al proyectarse en una pantalla, aparece en forma de bandas alternativamente oscuras y luminosas. A esta combinación de los dos rayos de luz se llama **interferencia**.



Todos hemos observado cómo las manchas de aceite en una superficie mojada, presentan una variedad de colores. La delgada película de aceite da origen al fenómeno de **interferencia**, y la diferencia de colores, en este caso, se debe a variación de las ondas de luz.

9.6 Absorción de la luz.

La luz es absorbida por los átomos del medio que atraviesa. En ocasiones esta absorción es selectiva, por lo cual la luz solar puede someterse a la absorción parcial de uno cualquiera de sus colores componentes. Como cada color corresponde a una onda de frecuencia diferente, puede absorber una determinada onda.

Cuando se absorbe un cuanto (fotón) se desprende un electrón del átomo que absorbe.

El vidrio ordinario de nuestras ventanas deja pasar la luz visible, pero presenta una absorción para ciertas ondas como las ultravioletas.

9.7 Algo sobre las ondas.

Como hemos dicho que la luz puede explicarse a partir de la teoría ondulatoria, veamos brevemente algo sobre las ondas. Hablamos una onda que podemos ver. Cuando lanzamos una piedra en la superficie quieta del agua, vemos que ésta se agita formando anillos, que cada vez se ensanchan más. Esta forma de movimiento corresponde a una **onda**. Al lanzar, en el mismo lugar, una piedra tras otra a intervalos regulares, producimos un **tren de ondas**.

Si sobre el agua flota algo, un corcho por ejemplo, podemos observar que el movimiento de las ondas sólo lo hace elevar o descender, pero no cambiar de sitio, lo que nos indica que el movimiento ondulatorio es un transporte de energía, de un punto a otro (la de la piedra al caer al agua), pero en ningún caso un transporte de la sustancia misma.

En toda onda podemos diferenciar: cimas (o compresiones) y valles (o depresiones).

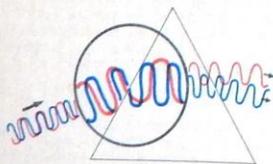
La longitud de la onda corresponde a la distancia entre una cima y la siguiente, también entre los dos puntos más bajos de dos valles contiguos.

El número de ondas que se suceden a partir de un punto determinado, en un segundo se llama **frecuencia**. Según sea la longitud y frecuencia, tendremos la característica de una determinada onda.

La velocidad de las ondas electromagnéticas es de 3.000.000 kilómetros por segundo. Las ondas de luz visible son parte de las electromagnéticas.

9.8 Composición de la luz visible.

Se llama **aspecto visible** a la luz que nuestros ojos pueden percibir. La luz blanca es una mezcla de todas las ondas de longitud diferente que pertenecen al espectro visible.



COMPOSICIÓN DE LA LUZ VISIBLE

Si hacemos pasar un haz de luz blanca a través de un prisma triangular, como un bloque de vidrio, vemos aparecer todos los colores del

arco iris, pero si volvemos a hacer pasar todos estos colores por un segundo prisma, aparecerá de nuevo un rayo de luz blanca. Esto se debe al fenómeno de refracción, que hemos descrito antes.

En el arco iris (como en un prisma) observamos una gama de colores que comienza con el violeta, y sigue con índigo, azul, verde, amarillo, anaranjado y rojo. Cada uno de estos colores se difumina en el siguiente.

Al violeta le corresponde una mayor **frecuencia** y una menor **longitud** de onda, al pasar del extremo violeta al opuesto rojo, la **frecuencia** va decreciendo, y la **longitud** de onda aumentando.

Ahora podemos comprender porqué un prisma descompone la luz blanca: como los rayos de diferente longitud son **refractados** en diferente medida corresponde mayor desviación cuanto más corta es la longitud de onda.

Conviene decir que, por encima de las ondas del violeta hay otras que corresponde a una radiación invisible pero de efectos notables: los **rayos ultravioleta**; mientras que por debajo de las radiaciones del rojo, existen los **rayos infrarrojos**.

9.10 Espectroscopia.

El color de una llama varía, cuando quemamos en ella sustancias diferentes, es fácil observar el fenómeno de que cualquier sustancia cuya temperatura aumente hasta el punto en que emite luz, producirá un espectro característico y específico de la sustancia calentada.

Si hacemos pasar a través de un prisma la luz emitida por una sustancia, podemos obtener el espectro de ella. Ahora bien, como a cada sustancia le corresponde sólo su espectro, podríamos decir, su "huella digital", es posible, el analizar la luz de una estrella, conocer qué elementos la componen.

De este modo es como se ha logrado descifrar qué minerales hay en Marte, o cuáles son los gases que intervienen en el horno nuclear de la estrella, que llamamos sol.

9.11 Los colores.

Al observar un paisaje, o un solo objeto, nos es fácil decir qué color o colores lo determinan. De hecho, el color de un objeto depende de dos factores: uno, del color de la luz que lo ilumine, o sea que incide en la superficie del objeto, y el otro, de las características de la superficie iluminada.

En realidad lo que vemos como color es el resultado de la luz **refleja**, ya que la luz que iluminó la superficie del objeto, en parte puede ser **absorbida** y en parte **reflejada**.

Así una hoja blanca de papel, es blanca por su característica normal de reflejar todos los colores, y será suficiente que la iluminemos con luz solo roja, para que **veamos** roja la hoja de papel, o verde, o azul, o de cualquier color que sea el foco luminoso.

Si tomamos una hoja realmente **negra**, sucede que el negro absorbe todos los colores y no deja reflejar ninguno. Así no importa que iluminemos su superficie negra con luz blanca, o de cualquier color, la hoja será negra de todas maneras.

La visión del color depende de los componentes de la luz que son reflejados por el objeto que observamos. Los colores de mayor longitud de onda son excitantes del sistema nervioso, mientras que los de menor longitud, como el azul y el violeta son calmantes.

9.12 La combinación de colores.

Nos hemos referido a los siete principales colores que derivan de la luz blanca. Señalemos una vez más que la luz consiste en radiaciones u ondas electromagnéticas de diferentes longitudes, y añadamos que nuestros ojos responden en tal forma, que convierten cada longitud de onda en un determinado color. Más aún, **ven** otros colores cuando captan las mezclas de varias radiaciones.

Cuando el físico en su laboratorio proyecta sobre una superficie "blanca" tres haces de color rojo, verde y azul respectivamente, puede obtener toda la gama del espectro.

Allí donde se reúnen los tres colores anteriores, se obtiene una mancha blanca, o sea el color total. Donde el verde y el rojo se mezclan, aparece el amarillo. La mezcla de rojo y azul da origen al violeta, el azul y el verde dan un color azul verdoso.

Debido a que las luces roja, verde y azul, al sumarse dan blanco, y al reunirse por pares dan todos los demás colores, se denomina el rojo, verde y azul, al sumarse dan blanco, y al reunirse por pares dan todos los demás colores, se denomina al rojo, verde y azul **colores primarios**, mientras el amarillo, el azul verdoso y el magenta (violáceo) son para el físico **colores complementarios**, por ser producto de la mezcla de dos primarios.

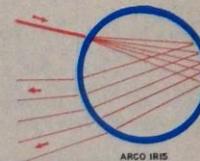
Lo anterior puede confundir ya que los artistas llaman **primarios** el **rojo, azul y amarillo**. Pero para el físico, estos ni son primarios, ni tienen un nombre correcto. Los primarios del artista deberían llamarse magenta, azul verdoso y amarillo.

9.13 Arco Iris.

Cuando la luz solar ilumina un gran número de gotas de lluvia que caen se puede observar el

arco iris, siempre que nos encontremos situados entre el sol y el arco iris.

Al explicar la **refracción**, vimos que, cuando un rayo de luz incide oblicuamente en la superficie entre dos sustancias de densidades diferentes, como son el aire y el agua, parte de la luz se **refleja** en la superficie del agua, y parte penetra en ella y sufre una desviación hacia abajo llamada **refracción**.



ARCO IRIS

La luz solar, reflejada y refractada por las gotas de lluvia de forma esférica, nos permiten observar el semicírculo coloreado del espectro que llamamos arco iris, siempre y cuando esto se dé en un determinado ángulo.

9.14 Las lentes.

Cuando una sustancia transparente presenta una superficie curvada, modifica por refracción el haz de luz que pasa a través de ella.

Así la esfera que forma una gota de agua, el agua en el interior de un vaso (que puede considerarse como un cilindro) actuarán refractando la luz.

Cualquier objeto de vidrio, de superficie curva hace desviar la luz, y según sea esta curvatura se han clasificado estos vidrios que llamamos lentes y se han establecido sus características ópticas.

A. Clasificación de las lentes.

La primera división corresponde a lentes biconvexas y biconcavas. Cuando el grueso mayor corresponde al centro de la lente, la llamaremos lente **convexa**, y cuando el grueso de los bordes es mayor que el centro de la lente, la denominamos **cóncava**.

Si una de las superficies es plana y la otra cóncava o convexa, se denominan plano-cóncava y plano-convexa. La palabra biconcava o biconvexa, indica que tiene cóncavas o con-

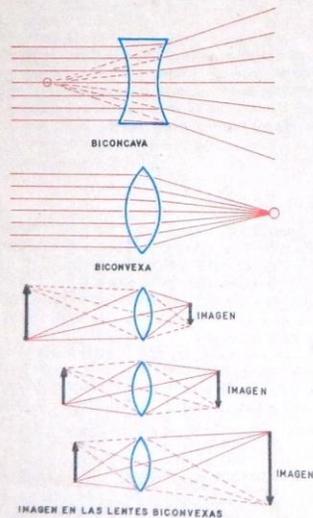
vexas sus dos caras, no importa que no sean simétricas, o que los radios de curvatura de cada cara sean diferentes.

Es más sencilla la clasificación en **lentes convergentes o positivas** y **lentes divergentes o negativas**. En las positivas al pasar los rayos paralelos de luz, convergen y se concentran en un punto llamado **foco**, situado a mayor o menor distancia del centro de la lente, según sea la convexidad de su superficie.

En las lentes negativas o divergentes, los rayos paralelos de luz **divergen** en vez de concentrarse en el punto focal.

B. Lentes biconvexas.

Podemos imaginarlas como dos prismas unidos por la base. En este caso la luz al atravesar un prisma, es desviada hacia la base, y así los rayos que llegan en la parte superior se inclinarían hacia abajo, mientras los que llegan en la parte inferior se inclinarían hacia arriba.



En la biconvexas, el rayo de luz que pasa exactamente por el centro no sufre desviación, mientras que si son más desviados los que llegan hacia los bordes, y esta desviación es igual para todos los rayos que están a una misma distancia

del centro. Así todos los rayos convergen en un mismo punto llamado **foco**, punto que está más cerca o más alejado del centro de la lente, según el radio de curvatura de las superficies de la lente. La distancia entre el centro de la lente y el punto donde convergen los rayos de luz se llama **distancia focal**.

C. Lentes biconcavas.

Se caracterizan por ser más gruesas en los bordes que en el centro, las hemos llamado divergentes o negativas, porque los rayos paralelos de la luz, al atravesarlas no convergen sino que **divergen**. Ahora bien, si trazamos las líneas de esta divergencia, vemos que se encontrarían en el lado por donde llega la luz; por esto toda lente cóncava nos da una imagen menor o sea más pequeña, que llamaremos imagen **virtual**, que es igual a la que vemos cuando nos miramos en un espejo plano, donde tenemos la sensación de vernos como si estuviéramos detrás del espejo.

Obsérvense cuidadosamente las ilustraciones, y dedúzcase de ellas su relación con el texto escrito.

9.15 Lupas.

Una lente sencilla plano-convexa nos permite ver aumentada la imagen vista a través de ella. Se trata en este caso de una lupa de baja potencia también llamada lente de lectura.

Cuando se desea conseguir un mayor aumento, o sea ver un objeto con un tamaño aparente más grande que el que realmente tiene, se recurre a la combinación de varias lentes generalmente plano-convexas.

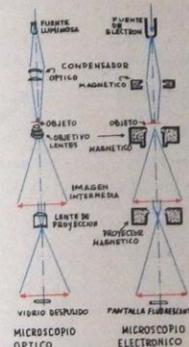
9.16 Microscopio óptico.

Las lupas que acabamos de describir pueden considerarse como **microscopios simples** con poder de aumento limitado. Si deseamos conseguir un mayor aumento, se recurre al **microscopio compuesto** donde se utilizan dos sistemas de lentes. El primero produce una imagen ampliada (al igual que la de una lupa), y el segundo sistema agranda la imagen formada por el primero. Así la imagen final o el aumento total resulta ser el producto de los aumentos de ambos sistemas de lentes.

El **microscopio compuesto** normal consta de un soporte, una platina donde se coloca el objeto a observar o preparación, un tubo en cuya parte inferior y más cercana a la preparación se halla el sistema de lentes llamado **objetivo**, y en su extremo superior al que acercamos nuestro ojo, se encuentra otro sistema de lentes llamado **ocular**.

Debajo de la platina se dispone un espejo para reflejar la luz, y concentrarla en la preparación que deseamos observar.

Como no es posible "ver objetos" más pequeños que la longitud de la onda luminosa, que para la luz visible oscila entre 400 y 760 millonésimas de milímetro, los microscopios ópticos solo alcanzan aumentar 1.400 veces la imagen del objeto observado.



9.17 Microscopio electrónico.

Aunque el microscopio electrónico no cabe estudiarlo en el campo de la óptica propiamente dicha, lo incluimos aquí, ya que su principio es similar al del microscopio óptico y es lógico explicar cómo se logró superar los límites del aumento en los microscopios ópticos. Cuando el poder del microscopio óptico se ve limitado por la longitud de la onda de luz, puede recurrirse a lanzar sobre el objeto que quiere observarse un haz de electrones, los cuales, como la luz se propagan en línea recta. Como un haz de electrones, al caer sobre un papel blanco no lo iluminan, sino que solo producen puntos luminosos en una pantalla fluorescente (como en la de un televisor), es posible "ver" el campo que se explora con los electrones disparados sobre el objeto, cuya imagen aparece en la pantalla.

Ahora bien, los haces de electrones no se refractan, lo que hace inútil usar lentes ópticas; pero sí se puede obligar a que se muevan en una dirección, y a que se concentren en un punto, mediante un campo magnético. Por eso, en el microscopio electrónico, en lugar de lentes de vidrio, se disponen anillos que hacen converger los haces de electrones, como hacen las lentes ópticas con los haces de luz.

9.18 Telescopios.

El interés de los astrónomos para ver con más claridad y aumento los astros, llevó a la invención del telescopio en el siglo XVII. Se recurrió a dos soluciones: los telescopios fundados en la **refracción** y los que utilizan la **reflexión**.

Telescopios refractores.

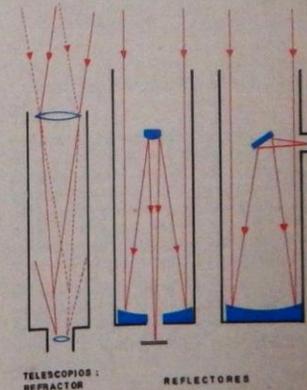
Al igual que en el microscopio, se dispone un **objetivo** en un extremo y un **ocular** en el opuesto. En éstos, la lente convexa del objetivo recoge la luz y la enfoca hacia el ocular, formado también por una lente convexa que aumenta la imagen.

El mayor y mejor telescopio de este tipo está en el observatorio Yerkes en el Monte Wilson, en California; el lente tiene 1 metro de diámetro y el aumento es de 3.000 veces, lo que significa que la luna se observa como si sólo estuviere a 128 km. de la tierra, en lugar de los 384.000 kilómetros a que realmente está.

Telescopios reflectores.

En éstos se usa un espejo cóncavo en vez de la lente; la imagen reflejada por el espejo es recogida por un espejo plano, que la envía hacia el ocular.

Los grandes reflectores tienen un pequeño orificio (ocular) en el centro del gran espejo, y un pequeño espejo convexo en el interior del tubo, que dirige al ocular la imagen reflejada.



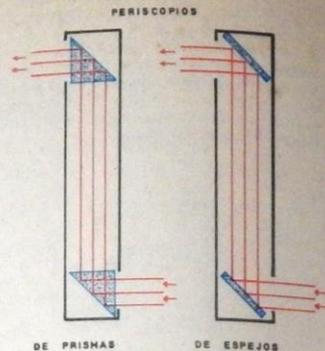
El mayor telescopio de este tipo se halla en Monte Palomar; su espejo mide 5 metros de diámetro y el solo espejo pesa unas 17 toneladas.

9.19 Periscopio.

Es un instrumento óptico, que permite la observación indirecta o angular, proporcionando al observador la visibilidad de un objeto, sin necesidad de enfrentarse a él.

Utilizado principalmente por los submarinos, que deben permanecer bajo la superficie del agua para no ser vistos, al tiempo que necesitan observar sobre la superficie del agua; los periscopios se utilizan, en función de las características de la **reflexión** de la luz.

Un espejo plano o un prisma recibe la imagen y "dobla" los rayos de luz en un ángulo de reflexión, recibiendo estos en otro prisma rectangular que puede actuar al igual que un espejo, colocado en tal forma, que la luz incidente sea perpendicular a una de sus caras, lo que significa que el haz de rayos de luz reflejada, será perpendicular a la otra cara, donde se coloca el observador.



Palabras nuevas:

Interferencia	Cóncavo	Espectro	Bicóncava (lente)
Eter	Convexo	Longitud (onda)	Convergente (lente)
Fotones	Refracción	Ultravioleta	Divergente (lente)
Onda	Difusión	Infrarrojos	Foco
Traslúcido	Interferencia	Espectroscopio	Distancia focal
Difracción	Absorción	Primario (color)	Imagen virtual
Reflexión	Cuanto (fotón)	Complementario (color)	
Incidente (ángulo)	Frecuencia	Biconvexa (lente)	

RETENGAMOS LO ESENCIAL DEL TEMA

1. Como estamos simplemente introduciéndonos en el conocimiento de la ciencia, la explicación de la luz se escapa en sus detalles al estudio que nos ocupa. Diremos solamente que los fenómenos en los cuales interviene la luz, pueden clasificarse en tres grupos: los fenómenos de onda electromagnética, los fenómenos corpusculares o cuánticos y los relativistas.

2. Experimentos recientes demuestran que la materia puede transformarse en radiación y la emisión electromagnética en materia, así como la curvatura de un haz luminoso al pasar junto a un campo de atracción gravitatoria. La luz es materia.

3. La velocidad de la luz es una constante física y toda nuestra física se funda en la teoría de que nada puede moverse a mayor velocidad que la de la luz.

4. La unidad "año luz" o sea, el equivalente a la distancia recorrida por un punto luminoso

que se propaga a 300.000 kms/seg. en un año, es la única que nos permite hacernos a una imagen de las dimensiones del Universo.

5. Se presentan fenómenos particulares como la desviación cuando el haz tropieza al borde de un obstáculo (difracción), o al cambio de dirección cuando incide sobre una superficie (reflexión), o a la desviación al pasar de un medio menos denso a otro (refracción), que se deben entender como variaciones en la velocidad de propagación de la luz.

6. Aprovechando la experiencia de estos fenómenos el hombre ha creado aparatos para medir, para analizar la luz, para aumentar la cantidad de iluminación en un punto (lentes), etc., así las lupas, microscopios, telescopios, periscopios, etc., se rigen por las leyes que fijan el comportamiento de la luz.

7. Los colores que componen el espectro se deben a variaciones en la longitud y frecuencia de las ondas luminosas.

TRABAJOS PRACTICOS

Con los espejos, velas o linterna de mano, una lupa, vasos con agua y los objetos más comunes puedes crear infinidad de situaciones que servirán de base a tu observación.

Una cartulina sobre la que has colocado un transportador de ángulos, como la que usas en geometría, te facilitará la medición de tus experiencias.

Observaciones y deducciones.

a. Colócate frente a un espejo, mira tu figura reflejada y piensa si te ves igual a como te ven a ti las demás personas. Anota tus observaciones.

b. Sobre una mesa, coloca juntos, es decir tocándose, tres vasos llenos de agua y en cada uno de ellos una cuchara o un pitillo. Obsérvalos desde lugares diferentes.

Según donde estés los pitillos o las cucharas aparecerán más o menos como dobladas, rotas y aún desaparecerán en partes.

c. Observa las nubes, y comprueba que en ocasiones son blancas y luminosas y que también podemos verlas oscuras y opacando el sol. Trate de explicar porque sucede esto. ¡Es que cambian su color!

Si no estás seguro de saber el porqué, discútelo con tus compañeros o lee con atención el texto y podrás llegar a la conclusión correcta.

Experiencia 1.

Toma un cartón de 30 x 30 cm. y con una aguja gruesa abrele un hueco en su centro. Colócalo vertical sobre una mesa. Haz pasar un rayo de luz y observa cómo se forma detrás un haz cónico.

Si colocas un segundo cartón igual a éste, a unos 30 cm. del primero, podrás observar que la luz que pasa por el hueco del segundo cartón ya no toma la forma de un haz cónico, sino la de un estrecho cilindro, (casi una línea). Así obtienes lo más parecido a un rayo de luz.

Confecciona con una caja, lata o envase, un aparato donde puedas "encerrar" tu fuente luminosa (como un bombillo) y con dos pantallas (cartones perforados como los descritos antes) dispondrás de un rayo de luz para tus experiencias.

Experiencia 3.

Ahora que dispones de un rayo de luz, envíalo hacia un espejo y comprueba los ángulos de reflexión, descritos en el texto como **incidente** y **reflejado**, y verifica lo que en el texto se dice.

Experiencia 4.

Cuando has ido a un desfile militar o a un espectáculo donde se reúne mucha gente, con seguridad, te ha incomodado que las personas delante de ti no te dejasen ver. Puedes hacerte un **periscopio** para solucionar esta situación. Tu podrás ver los espectáculos cómodamente y perfectamente. Aprovecha el esquema del libro. Toma un cartón grueso (de estos de cajas corrugadas) y fabrica un tubo rectangular ayudándote con cinta pegante. En la parte de arriba pones un cartón inclinado unos 45° (utiliza tu transportador con que trabajas en geometría) y en la parte inferior coloca otro cartón con igual inclinación. En estos planos inclinados pega un espejo en cada uno. Ya tienes un periscopio y puedes observar infinidad de cosas.

Experiencia 5.

Coge una luciérnaga o un cocuyo cuando vayas al campo. Ponlo en tu mano, porque son completamente inofensivos. Observa cómo, al hacer luz no sientes calor en tu mano. Es uno de los pocos casos en que la luz y el calor no están asociados. Mientras que cuando vayas a cambiar un bombillo en tu casa, si está prendido, debes cogerlo con un paño, si no... te quemas. Ahí la luz y el calor están íntimamente combinados.

Experiencia 6.

Con un par de binóculos puedes observar la luna y darte cuenta de cómo es la superficie de ella, toda llena de huecos (los cráteres) y de llanuras (los mares). No creas que con un telescopio más potente verías muchísimo más, sólo lo verías con más detalle.

Observa los esquemas de los distintos telescopios, con el fin de aclarar lo que se dice en el texto y trata de memorizar las imágenes y las ideas y no las palabras. Mira con los prismáticos y verás que son telescopios pequeños. Por qué no intentas hacer un telescopio. Quizá tu papá quiera ayudarte.

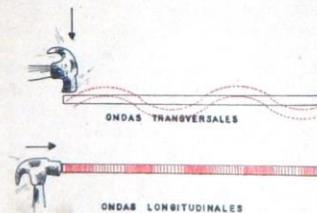
EL SONIDO

10.1 Algo más sobre las ondas.

Cuando golpeamos un sólido, la energía empleada en dar el golpe hace vibrar las partículas que componen el sólido. Los físicos dicen que se producen deformaciones elásticas y que éstas se propagan a través del sólido.

De hecho, se propagan como ondas y son de dos clases: **ondas transversales** y **ondas longitudinales**. Para explicarnos su diferencia, veámosla experimentalmente.

Si tenemos una varilla metálica en posición horizontal, podemos golpear en uno de sus extremos desde encima, o sea perpendicularmente a la varilla. El golpe produce una deformación (flexión) en el lugar del impacto, que se propaga a lo largo de la varilla, en forma igual a lo que sucede en la superficie del agua quieta en la que lanzamos una piedra. Si seguimos golpeando a intervalos regulares, se producirá un **tren de ondas**, que llamaremos **ondas T** o **transversales**.



Cambiamos la dirección del golpe sobre la misma varilla horizontal dándole con el martillo en uno de sus extremos y en la misma dirección del eje de la varilla. Se producen entonces, otra clase de ondas. En el punto del impacto, la sustancia de la varilla se comprime y esta compresión se propaga hasta el otro extremo, sin que

se produzcan movimientos laterales en la superficie de la varilla. A estas ondas se las conoce como **ondas L** o **longitudinales**.

10.2 Las ondas sonoras.

Regresemos a nuestro experimento anterior. Al golpear la varilla, ésta comenzó a vibrar y su superficie en movimiento hizo entrar en vibración las moléculas del aire, que estaban en contacto con ella. Así, en algunos puntos, el aire se comprimió, lo que repercute en el resto del aire que se comprime y expansiona por capas u ondas.

Tanto los líquidos que no son compresibles como los gases y entre éstos el aire, presentan la característica de los medios fluidos. Ahora bien, ningún medio fluido ofrece resistencias a la deformación, lo que sí sucede en los sólidos, por tanto en los líquidos y en los gases no se dan ondas transversales y sólo pueden circular en ellos las ondas longitudinales de compresión.

Una **onda sonora** consiste en una compresión y en una rarefacción, que gráficamente, trazan curvas características semejantes a las entrantes y salientes de la cresta de un gallo. Si en la varilla se produce una vibración completa (o sea un movimiento adelante—atrás) tendremos un ciclo o **período**. Así, cuando decimos que la vibración es de 800 ciclos por segundo, equivale a decir que se producen 800 ondas en cada segundo, que viajarán por el aire desde la varilla hacia afuera.

Todos los sonidos son consecuencia de vibraciones, pero no todos los sonidos pueden ser captados por nuestro oído. Las **ondas sonoras** que más nos interesan son las **audibles**, o sea, las que podemos oír, y a la parte de la física que las estudia se la denomina **acústica**.

10.3 Sonido audible.

Podemos, pues, decir que el sonido audible es un movimiento vibratorio de los cuerpos que, transmitido por un medio ponderable, es capaz de estimular el tímpano del oído, para que éste, por conducto del nervio auditivo, comunique al cerebro un mensaje característico.

10.4 La velocidad del sonido.

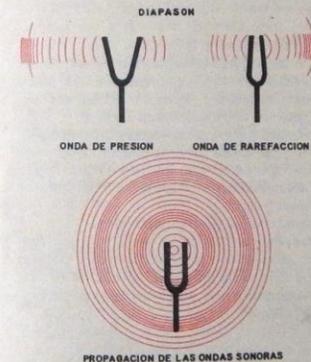
La velocidad con que se transmiten las ondas sonoras depende de la sustancia por la que se transmiten: mientras en el aire a 0°C. se difunden lentamente, con una velocidad media de 331 metros por segundo, en las condiciones atmosféricas normales, a 15°C. se transmiten a 340 metros por segundo. Luego, la velocidad del sonido en el aire no se afecta por la diferencia de densidad, pero sí por la temperatura.

En el agua pura a 0°C. el sonido se difunde a 1.410 metros por segundo; en el mar a 1.535 metros por segundo; y en una barra de acero alcanza la velocidad de 4.800 metros por segundo.

10.5 Propagación del sonido.

El sonido no puede transmitirse a través del vacío, ya que en un ambiente imponderable la vibración de la fuente de sonido no puede comprimir la sustancia o el fluido que esté en contacto con la superficie que vibra.

Un timbre colocado en el interior de un recipiente en el cual se ha hecho el vacío, no produce sonido alguno, por más fuerza con que vibre.



10.6 Diapasón.

Es un instrumento formado por una varilla metálica, curvada en forma de U, con un mango en el centro de la corvatura. Generalmente es de acero. En esencia, es un vibrador transversal, que al ser golpeado, emite un tono fijo.

El mango del diapason puede ajustarse a una caja de resonancia. En este caso, la columna de aire que hay en el interior de la caja de resonancia, nos permite percibir el sonido del diapason por un tiempo mayor, aun cuando parezca que la vibración de las ramas ha cesado. Esto se debe a que las paredes de la caja reflejan las vibraciones y no las dejan escapar, con lo cual se refuerza el sonido.

Los diapasones por su tono puro y su frecuencia constante, se utilizan como patrones en acústica musical.

10.7 Características del sonido.

A. Frecuencia o altura.

El número de vibraciones por segundo se llama frecuencia o altura y corresponde a una nota musical determinada.

Cuando se produce un gran número de vibraciones por segundo, obtenemos una nota **alta**, mientras que unas pocas vibraciones producen una nota **baja**. De ello depende el tono.

B. Período.

El **período** corresponde a cada vibración completa como ya se indicó al definir el ciclo o período, como un solo movimiento adelante—atrás. Podemos decir que es la distancia recorrida por la onda sonora desde el eje hasta volver a él, después de pasar por las crestas.

C. Longitud.

Es muy frecuente oír en la radio que se transmite en longitud de onda de 19 m., de 31 m., lo cual indica la distancia entre dos crestas iguales próximas.

D. Amplitud.

El espacio recorrido por cada rama del diapason desde la posición de partida a la de retorno, o sea el movimiento de la rama, se denomina período.

Cuando observamos un columpio (o un péndulo) vemos que una vez empujado, prácticamente toma el mismo tiempo en cada ida y regreso, si bien en cada viaje sube menos o sea recorre un espacio menor.

Igual ocurre con las ramas del diapason. El sonido que produce el diapason va debilitándose a medida que se disipa la energía que lo hizo vibrar, pero el diapason sigue emitiendo siempre la misma nota. La **amplitud** o espacio recorrido por las ramas al reducirse, sólo amortigua el sonido (éste se oye menos) pero la frecuencia sigue siendo la misma.

E. Timbre.
Una misma nota, puede producirse con instrumentos diferentes, en este caso lo que varía es la **forma de vibración** según el instrumento que la produce. Así, podemos distinguir si la misma nota fue emitida por un piano, un violín o cualquier otro instrumento. A estas diferencias de la forma de vibración las llamamos **timbre**, y éste es específico para cada instrumento o **frecuencia propia natural**. El timbre es agudo o grave.

F. Tono.
Es el grado de elevación de un sonido, debido a la mayor o menor frecuencia de la vibración. Cuando decimos tono bajo, o tono alto, nos referimos a su frecuencia o altura.

10.8 Instrumentos musicales.
Son los aparatos fabricados para producir sonido musicales, y se clasifican en tres grandes grupos: de cuerda, de viento y de percusión. Recientemente se han añadido instrumentos eléctricos y electrónicos.

En los **instrumentos de cuerda**, la vibración de las mismas puede producirse por punteo o por la fricción de un arco. El sonido depende de la longitud, la tensión y la densidad de la cuerda, y su radiación se facilita por la caja de resonancia, como en la guitarra, el violín y el contrabajo.

En los **instrumentos de viento**, se utiliza la vibración de la columna de aire que conforma el tubo del instrumento. En la forma simple de una flauta, que es un tubo abierto en ambos extremos, el instrumentista obtiene los sonidos, gracias a la cantidad de aire que se introduce. En otros como el oboe, el fagot, el saxofón, una lengüeta vibra junto a la embocadura del instrumento, y la columna de aire interna puede ser modificada por huecos y válvulas que se abren o cierran a diferentes distancias, para producir notas precisas.

En los **instrumentos de percusión**, como el timbal, el bombo o el xilófono, el sonido se inicia con un golpe de (percusión).

Debe establecerse la categoría para los **instrumentos de teclado**, pues el piano es un instrumento de percusión y a la vez de cuerdas; el acordeón dispone de lengüetas que vibran como las de ciertos instrumentos de viento, pero que se hacen actuar por medio de teclas, pareciéndose, así, más a un órgano que suena en realidad, por el aire impelido por fuelles a través de grandes tubos; cada uno de ellos equivale a una flauta gigantesca.

10.9 Ultrasonidos.
Los ultrasonidos son ondas sonoras cuya altura o frecuencia no es perceptible para nuestro oído, por ser demasiado elevada.

El oído de ciertos animales es capaz de percibir una gama más amplia que la que el hombre es capaz de percibir. Así algunos murciélagos consiguen orientarse al emitir un sonido de muy alta frecuencia y captar su reflexión, o eco, lo que les permite volar en plena oscuridad y no chocar contra ningún objeto.

El hombre ha fabricado aparatos que producen ultrasonidos y captan su reflexión, esto le permite reconocer los fondos marinos, explorar el interior de piezas metálicas y aun limpiar o cortar objetos. También se emplean para destruir virus y bacterias.

10.10 Eco.
Las ondas sonoras como las luminosas, tienen la propiedad de reflejarse, cuando inciden sobre una superficie plana, y el eco es el caso corriente de reflexión sobre una pared vertical.

Cuando producimos un sonido, por ejemplo, un grito y las ondas sonoras chocan contra una superficie que las refleja, al cabo de un tiempo oímos de nuevo nuestro grito, porque regresan las ondas reflejadas.

Llamamos eco al sonido que regresa. No debemos confundir el eco con la resonancia, que consiste en la reflexión entre objetos cercanos con refuerzo o multiplicación del sonido; tal como ocurre en el tornavoz de un pùpito.

Palabras nuevas:

Deformación elástica	Compresión	Altura (musical)
Onda trasversal	Rarefacción	Tono (musical)
Onda longitudinal	Ciclo o período	Amplitud (intensidad)
Flexión	Resonancia	

RETENGAMOS LO ESENCIAL DEL TEMA

1. La **acústica** es la parte de la física que estudia las ondas sonoras, en particular las audibles, o sea las que pueden ser percibidas por el oído humano.

2. Hay sonidos formados por ondas de estructura diferente que no son captadas por el hombre, pero que sí pueden ser oídas por ciertos animales gracias a la configuración especial de sus oídos.

3. Los **sonidos** están formados por ondas, que son el movimiento de partículas por razón de la deformación elástica de las moléculas de los sólidos, los líquidos y los gases, producidas por un impulso vibratorio inicial, como un golpe sobre el parche de un tambor.

4. Las ondas tienen que transmitirse sobre un medio material (ponderable, o sea con peso), por lo cual el **sonido no se transmite en el vacío**.

5. Las ondas pueden ser **longitudinales** o **transversales**. Las primeras sólo pueden transmitirse en líquidos y gases, las últimas únicamente en los sólidos. Cuando las ondas se producen sucesivamente se forma un **tren de ondas**.

6. Cuando por su altura o frecuencia no podemos oír un sonido, lo llamamos **ultrasonido**.

7. Conviene comprender bien los términos ciclo o período, frecuencia, altura o tono, timbre, etc., para captar bien los conceptos acústicos.

TRABAJOS PRACTICOS

¿Te gusta la música? Es rara la persona a la que no le agrada algún tipo de música, desde las sinfonías de Beethoven (que conviene aprendas a escuchar) como los más modernos ritmos de moda. En todo caso, te invitamos a hacer una flauta. Toma una cañita y déjala secar, limpia su interior. Cuando obtengas un tubo liso hazle una ranura a unos 5 cm. de borde en forma de cuña de modo que el aire "se corte" al soplar tú por el extremo. Luego, más abajo, taladra unos cuantos huecos redondos. Poniendo tus dedos en estos huecos podrás modificar los sonidos que se producen en la flauta. Algunos ensayos te permitirán fabricar flautas que suenen cada vez mejor.

Experiencia 1. Visualizando las ondas sonoras.

Para poder ver cómo son las ondas sonoras, toma un vidrio y cúbrelo con polvo fino de carbón vegetal, o con humo de una vela. Colócalo sobre un papel blanco encima de una mesa. Consigue una varilla de acero que al agitarla en el aire te quede vibrando en la mano o mejor aún si puedes conseguir un verdadero diapasón. Fija en el extremo de la varilla o en una de las ramas del diapasón una cerda de cepillo. Ahora golpea la varilla con otra similar y cuando está vibrando acerca la cerda a la superficie enhollada de modo que la toque suavemente y córrala en línea recta, lentamente, pero a velocidad constante. Te quedará trazada una onda sonora cuyas crestas podrás medir y analizar.

Experiencia 2.
Coloca un reloj cuyo tic-tac pueda oírse suspendido de un hilo y alíjate hasta que no lo oigas, seguramente un metro de distancia será suficiente.

Déjalo ahora encima de la mesa del comedor y al apoyar tu oído sobre esta verás como lo oyes a mucho más de un metro de distancia. Comprobarás así como el sonido se transmite mejor a través de un sólido que a través del aire.

Experiencia 3.
¿Cómo ver los sonidos? Toma seis vasos iguales y llénalos el primero con el agua de una copita, el segundo con dos, el tercero con tres y así sucesivamente.

Golpéalos suavemente con un listoncito de madera dura y oírás como cada vaso produce un sonido diferente. Esto es frecuencia y altura diversas.

Puedes hacer lo mismo con botellas iguales y si tienes aficiones musicales úsalo a manera de un "xilófono".

Experiencia 4.
Considerando la velocidad de la luz como instantánea, (sea = 0), el tiempo en segundos que transcurre entre la visión de la descarga eléctrica de un rayo y el trueno que oímos más tarde, cómo harías para establecer a qué distancia cayó el rayo.

En el texto tienes todos los elementos para establecerlo.

EL PLANETA QUE HABITAMOS

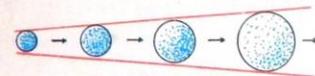
11.1 El universo.

Cuando decimos **universo**, queremos significar todo lo conocido. Esto abarca desde los objetos más alejados en el espacio, como las **galaxias**, que contienen más de 100.000 millones de estrellas en promedio cada una, hasta nuestro sistema solar, al que pertenece este planeta tierra, sus componentes, la materia que lo forma, los átomos de que se compone la materia y las partículas que constituyen los átomos.

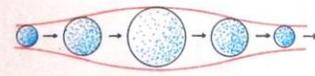
Para comprender y explicar qué es y cómo funciona el Universo, los hombres han estudiado los fenómenos y cambios que en él se producen y han formulado las leyes que rigen cuanto sucede, desde el micocosmos del átomo hasta el macocosmos astronómico.

11.2 Teorías sobre el origen del Universo.

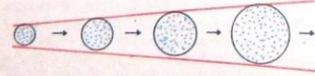
Las tres principales teorías que discuten los astrónomos pueden resumirse así:



TEORIA DE LA EXPLOSION



TEORIA DE LA EXPANSION-CONTRACCION



TEORIA DEL ESTADO UNITARIO

Teoría de la expansión-contracción: se funda en el supuesto que la actual expansión del Universo algún día cesará y entonces comenzará una contracción. Esto producirá una concentración (implosión) de toda la materia existente en el Universo, hasta un determinado límite en que se producirá una nueva explosión.

Las dos teorías anteriores se fundan en la ley de la conservación de la materia y en la física de la relatividad que nos demostró cómo **materia y energía** se transforman una en otra.

Teoría del estado estacionario: se fundamenta en la hipótesis de que la creación materia-energía es continua y que no importa cuáles sean los cambios de distribución de la materia, la **densidad** media del Universo permanece siempre sin modificación (inmutable), a pesar de que las galaxias cambien de forma, se dilatan, se separen unas de otras y aun den origen a otras nuevas.

11.3 El origen del sistema solar.

Entre los miles de millones de galaxias que forman el Universo, la nuestra, llamada Vía Láctea, consta de unos 100.000 millones de estrellas. Entre éstas, una, el Sol, se formó posiblemente hace unos 5.000 millones de años.

El sistema solar probablemente debe su origen a una enorme nube de polvo y gases cósmicos. Entre los gases, el elemento más sencillo, el hidrógeno, se concentró, constituyéndose como un horno nuclear que es el Sol.

En el centro del sol ocurre un proceso muy importante que es la fusión nuclear, precisamente lo contrario de lo que pasa en la bomba atómica.

Durante este proceso, el hidrógeno (que tiene en su átomo un protón y un electrón) se convierte en helio (que tiene dos electrones, dos protones y dos neutrones en su átomo) produciéndose lo que llaman los físicos cambios de masa, lo cual representa una diferencia entre la cantidad de masa que se transforma a favor de la producción de energía: la energía solar.

Se calcula que cada segundo, 800 millones de toneladas de hidrógeno, se convierten en helio, produciendo una temperatura de 15 millones de grados centígrados.

Alrededor del Sol quedó una envoltura de polvo y gases, constituida por elementos más pesados que el hidrógeno y el helio, proceden-

tes de otras estrellas del Universo. (Ver tabla Periódica de Elementos).

Un físico alemán Weizsaker, dijo que los planetas se formaron por condensación de partículas procedentes de una nube de polvo interestelar que el sol atravesó, lo que es hoy la teoría más aceptada.

En la primera fase, estos materiales giraban alrededor del Sol, en forma parecida al anillo que rodea a Saturno. Posteriormente, en virtud de la atracción, se reunieron en núcleos, convirtiéndose en esferas, que a causa de su masa en aumento continuo, seguían atrayendo nuevos materiales. Así se formaron los planetas y sus satélites que hoy giran en el sistema solar.

11.4 Constitución de la Tierra.

La acumulación de la materia que fue aglomerándose para formar la Tierra, cesó prácticamente en el momento en que se agotaron el polvo y los gases que la rodeaban. Este proceso duró unos 100 millones de años.

Como estos materiales estaban sometidos a una fuerte compresión hacia su centro y además, ayudados por reacciones de los materiales radioactivos, la Tierra aumentó su temperatura y los materiales centrales entraron en fusión.

Todavía hoy la presión en el interior de la Tierra, mantiene el **núcleo** central en fusión. Este núcleo está formado, muy probablemente, por metales pesados como el hierro y el níquel y aun cuando decimos que se halla en fusión, en realidad es que a tal presión el núcleo viene a comportarse como un cuerpo sólido.

A. El núcleo.

Tiene un diámetro de 3.480 kilómetros. Su interior de ferroníquel sólido por la gran presión y a 4.000°C de temperatura, rodeado por una esfera de materiales en estado líquido la cual también está sometida a enormes temperaturas.

B. El manto.

Se extiende desde el núcleo hasta la parte inferior de la corteza terrestre. Tiene un espesor de unos 2.600 kilómetros. Las rocas que se hallan a la profundidad de 2.700 kilómetros, son tan densas y rígidas como el acero.

C. La corteza.

Si comparamos la Tierra con una manzana, la corteza terrestre tiene sólo el espesor de su piel. Representa menos del uno por ciento del volumen total del globo; pues, apenas alcanza a un grueso de 30 kilómetros en los continentes y de unos 5 kilómetros bajo las cuencas de los océanos.

D. La atmósfera.

Una cubierta de aire rodea el globo terráqueo. Lo que propiamente podemos considerar atmósfera llega hasta unos 80.000 metros de altura.

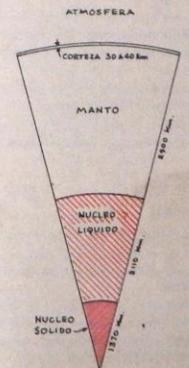
Al igual que sucede con los materiales sólidos de la Tierra, los gases de la Atmósfera, presentan densidades diferentes con variantes de temperatura y presión. Con base en esto, la atmósfera se divide en: **troposfera**, hasta unos 16 kilómetros por encima del nivel del mar; **estratosfera**, de 15 a 80 kilómetros; **ionosfera**, de 80 a 640 kilómetros, y finalmente, la **exosfera** en la que se encuentran débiles partículas hasta los 3.058 kilómetros de altura.

11.5 Historia de la Tierra.

Desde su formación hasta hoy, la Tierra viene cambiando. Los actuales continentes que nos describe la geografía, fueron muy diferentes en épocas anteriores. Es más, hasta la composición de los mares y de la atmósfera ha cambiado totalmente. El clima también cambió desde periodos glaciales a cálidos, en unas mismas regiones, por épocas alternantes.

La vida comenzó en la Tierra a finales del periodo precámbrico. Los primeros seres unicelulares aparecieron en las aguas marinas. Durante el transcurso de las eras geológicas, fueron apareciendo seres cada vez más complejos. El hombre proviene en línea directa de aquellos

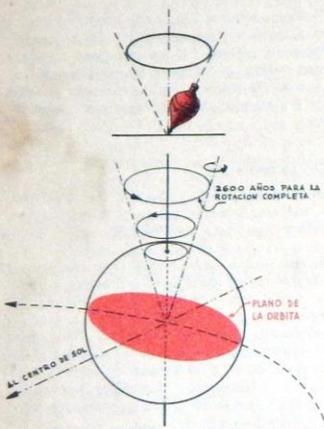
ESTRUCTURA DE LA TIERRA



diminutos organismos que hace 3.000 millones de años fueron la primera manifestación de la vida.

Los cambios que se produjeron en la composición de la atmósfera influyeron en forma decisiva sobre la vida. Durante el período cámbrico, la atmósfera contenía gran cantidad de anhídrido carbónico y muy poco oxígeno libre. En aquella atmósfera no hubieran podido vivir los animales actuales y menos el hombre.

Gracias a que las plantas invadieron la superficie terrestre, y debido a la fotosíntesis, liberaron gran cantidad de oxígeno, a la vez que fijaban el anhídrido carbónico, pudo establecerse la atmósfera en su composición actual.



11.6 Principales movimientos de la Tierra.

La tierra es un planeta que pertenece al sistema solar, que, a su vez, forma parte de la Vía Láctea, que no es otra cosa, sino una galaxia que se mueve en el Universo.

Ahora bien: en virtud de esta situación, el movimiento de traslación de la Tierra no se hace sobre una órbita en forma de elipse cerrada, sino a manera de una curva helicoidal (como en forma de un resorte), y de esta manera, la tierra sigue al sol, que no está fijo en el espacio, sino que, acompañado por sus satélites, se dirige hacia la constelación Hércules, situada también en la Vía Láctea.

Podríamos decir que es como si un grupo de personas bailaran la ronda alrededor de alguien, mientras todos van en un tren que sube por una montaña, dándole vueltas a ésta.

11.7 Movimiento de rotación diaria sobre sí misma.

Al igual que un trompo, la Tierra gira sobre sí misma describiendo un círculo y a la vez su eje se inclina y balancea.

A esta rotación que prácticamente se produce cada 24 horas (exactamente 23 h, 56 m, 43 s), a la que llamamos día, se añade otro movimiento, que corresponde a la traslación alrededor del Sol, el cual se produce en 365 días, 5 horas, 46 minutos y 46 segundos, valor del tiempo al que llamamos año.

11.8 Solsticios y equinoccios.

El plano de la órbita terrestre o elíptica y el del Ecuador, se cortan formando un ángulo de $23,5^\circ$.

En sus puntos de intersección o equinoccios, los días y las noches tienen la misma duración, lo que se produce cuando el círculo de iluminación solar pasa por los polos.

En el curso del año los días equinociales corresponden al 21 de marzo y el 22 de septiembre y se les llama respectivamente equinoccio de primavera y equinoccio de otoño.

Los puntos correspondientes a los solsticios, se encuentran en sentido perpendicular a la línea que une los equinoccios, tomando como centro el Sol.

Estos días sólo son iguales en el Ecuador, pues al aumentar la latitud, crece la duración del día en el hemisferio norte, y de la noche en el hemisferio sur.

Para el hemisferio norte, el día de más duración o solsticio de verano, corresponden al 21 de junio, que es la noche de mayor duración en el hemisferio sur.

El solsticio de invierno para el hemisferio norte, corresponde al 21 de diciembre.

Podemos decir también que solsticio es el tiempo en que se halla el Sol más lejos del Ecuador.

11.9 Estaciones.

Recordemos que el eje de la Tierra se halla inclinado $23,5^\circ$ respecto al plano de su órbita en torno al sol. Esta inclinación es la causante de las estaciones.

En Colombia es difícil percibir la mudanza de las estaciones; en cambio, las fotografías de países cercanos a los polos, cuyas regiones aparecen cubiertas de nieve, y sin flores, ni hojas en

los árboles, durante el invierno, en contraste con los paisajes floridos, en tiempo de primavera y verano, nos permiten comprender que en aquellos lugares hay varios cambios periódicos en el año, es decir estaciones.

Primavera, Verano, Otoño e Invierno, son los nombres de las cuatro estaciones, que se suceden durante un año así:

En el verano del hemisferio Norte, esta parte del globo se inclina hacia el sol, mientras sucede lo contrario en el hemisferio Sur, donde, se da por lo tanto, la estación de invierno.

11.10 Origen del calor terrestre.

Recibimos del Sol una cantidad de energía, gracias a la cual existe la vida de nuestro planeta. Por corto tiempo la tierra tiene esta energía, pero luego la misma cantidad recibida es devuelta al espacio, pues, de acumularse en la Tierra, tampoco sería posible la vida.

Un 43 por ciento de la energía solar es reflejada por la atmósfera, las nubes y la nieve, sólo en un 14 por ciento es absorbida por la atmósfera en forma de calor, y finalmente sólo un 43 por ciento llega a la superficie del planeta.

Sabemos que la atmósfera es calentada por el sol tres veces más por reflexión desde la superficie de la tierra, que desde arriba.

El calor que se produce por la fusión, el metamorfismo de las rocas y las fuerzas tectónicas, se genera en las regiones profundas de la tierra. Irradia hasta la superficie de la tierra y se han ideado diferentes sistemas para medirlo.

Los elementos radioactivos como el uranio, el torio y el potasio también generan calor. Aproximadamente la mitad de la irradiación térmica de los continentes procede de las rocas de la corteza terrestre.



11.11 Eras y períodos geológicos.

La historia de la tierra comprende grandes cambios en su geografía física, que suponen el nacimiento, la erección y la disgregación de grandes masas continentales y enormes plegamientos que conformaron las cordilleras.

También la historia geológica nos presenta la evolución de las formas vivas en los mares y continentes. Un gran número de especies desaparecidas se conservaron en forma de fósiles, y toda esta historia pudo ser reconstruida principalmente al estudiar las rocas sedimentarias.

Las eras geológicas son las grandes transformaciones que, a través de largos lapsos, ha sufrido el globo terráqueo; mientras que se denomina período geológico cada una de las divisiones de ellas, que se pueden caracterizar por la presencia de plantas o animales, o bien por la evolución de los continentes o mares y sus habitantes, por razones de clima, alimentación, etc.

En otros capítulos veremos con detalle estos procesos, que se han resumido en un cuadro de los períodos geológicos.

11.12 Rocas.

Las rocas constituyen el material predominante de la corteza terrestre. Se dividen en tres grupos: rocas ígneas, cuyo origen se debe a la solidificación del magma derretido que afloró a la superficie por actividad volcánica; rocas sedimentarias, formadas por fragmentos de rocas arrastradas por el agua, por precipitados químicos y por productos orgánicos, que fueron depositándose en los fondos de lagos o del mar, y rocas metamórficas, procedentes de rocas ígneas o sedimentarias, que, al ser sometidas a altas temperaturas y grandes presiones, cambiaron de estructura interna; generalmente, se endurecieron y cristalizaron.

11.13 Continentes.

Las siete décimas partes de la superficie de la tierra, están cubiertas por los océanos. Las partes no cubiertas por el mar son llamadas continentes.

La distribución de tierras y mares ha variado mucho desde el período precámbrico.

Si observamos un mapa del mundo, los continentes están limitados por la línea de las costas. Sin embargo, desde el punto de vista geológico, la línea de demarcación continental verdadera puede hallarse muy adentro del mar, en ocasiones hasta 15 kilómetros, allí donde la plataforma continental que es toda la zona costanera que, por debajo del nivel del mar, sigue aproximadamente el trazado de las playas, como una terraza submarina; ésta termina donde se hunde rápidamente, con marcada inclinación hacia los grandes fondos marinos.

En cada continente existen zonas montañosas, en las que grandes masas de rocas están plegadas y dislocadas debido a las presiones y a

las fallas que modificaron la forma de la superficie continental en la extensa historia de la tierra.

11.14 Isostasia.

La corteza terrestre "flota" sobre el manto, a causa de su mayor densidad. La parte más profunda de la corteza terrestre, constituida por rocas basálticas, en la que predominan el silicio y el magnesio, se la llama *sima* (de Si = silicio y Ma = magnesio).

Arriba del *sima*, predominan las rocas graníticas y sedimentarias de menos densidad, compuestas principalmente por *silicio* y *aluminio*, por lo que a esta capa se la llama *sial* (de Si = silicio y Al = aluminio).



Hoy sabemos que bajo una gran cordillera como los Andes, el *sial* penetra profundamente en el *sima*, y que gracias a esto, se mantiene una compensación de presiones, lo que equivale a decir que el *sial* "flota" sobre el *sima*.

A este fenómeno se le denomina *isostasia*. Groenlandia, Suecia y Noruega se han elevado sobre el nivel del mar, desde que desapareció la coraza de hielo de más de 2 km. de altura que cubría estas regiones durante los últimos períodos glaciares.

Si consideramos los continentes como masas "flotantes", podemos comprender que cambien de lugar lentamente y por qué hace millones de años el mapa de la Tierra era muy diferente al de hoy.

11.15 Cordilleras.

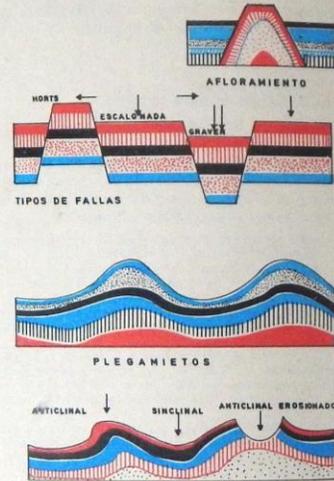
Desde que se formó la Tierra, hace 4.500 millones de años, su superficie ha cambiado y continúa cambiando.

Al contraerse la corteza, se formaron las montañas y cordilleras, luego el agua y los agentes atmosféricos las erosionaron y las cambiaron nuevamente de contorno, al arrastrar hacia los valles y hacia el fondo del mar una parte de sus materiales.

La fuerza que provoca estos cambios es el calor interno de la Tierra. A grandes profundidades las rocas se calientan y dilatan; cuando su temperatura es muy alta y aumenta la presión, empiezan a fluir como un líquido muy denso y viscoso que asciende hacia la superficie. Enton-

ces la corteza se hincha en un lugar, mientras se hunden las zonas vecinas.

Estos movimientos de dirección vertical, producen *afloramientos* y *fallas*, mientras los movimientos de dirección horizontal producen *plegamientos*, a la manera como se arrugan las hojas de papel colocadas sobre la mesa cuando las comprimimos por sus lados.



Según la forma que toman estos pliegues, los denominamos:

- **Anticlinales;** cuando las capas se pliegan hacia arriba y las rocas más antiguas afloran.
- **Sinclinales;** cuando se pliegan hacia abajo y las capas jóvenes afloran en su centro.
- **Geosinclinales;** las que empiezan como largas y estrechas cuencas en las que se acumulan las rocas sedimentarias, que, al final, provocan un hundimiento a consecuencia del cual la distancia entre sus lados se reduce, comprimiendo y *metamorfoseando* las rocas sedimentarias, para elevarse finalmente toda la masa, haciéndose una nueva cordillera.

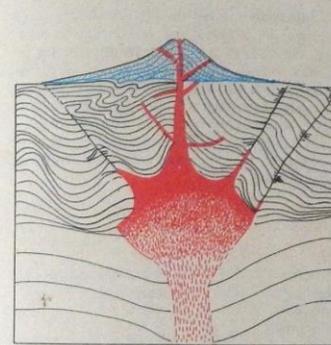
11.16 Volcanes.

El origen de los volcanes se debe al magma, roca derretida cargada de gases de las partes profundas que se eleva hasta aparecer en la superficie de la Tierra.

Si los materiales fundidos son muy viscosos, pueden obturar la chimenea del volcán y al aumentar la presión se producen explosiones violentas.

Cuando el magma es por el contrario muy líquido, la lava corre por las laderas del volcán y puede extenderse por centenares de kilómetros cuadrados, antes de solidificarse.

Se llama *lava* al magma que fluye de un volcán. De ella se liberan gran cantidad de gases como: vapor acuoso, anhídrido carbónico, anhídrido sulfuroso, hidrógeno, nitrógeno, azufre y cloro, gases que reaccionan entre sí.



ESTRUCTURA VOLCANICA

La forma que adopta la lava depende de la velocidad de enfriamiento, de su naturaleza química y de la presión a que está sometida. Aparece como un vidrio, o si contiene mucho gas como la piedra pómez, muy porosa y tan poco densa que puede flotar en el agua.

En general el grano de las rocas eruptivas es tanto más grueso, cuanto más lento ha sido el enfriamiento.

11.17 Terremotos.

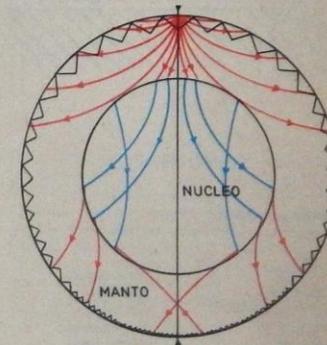
Las contracciones y rupturas de las rocas profundas del subsuelo que dan origen a las montañas, son también la causa de los terremotos. Estos pueden originarse en las profundas grietas oceánicas, donde la corteza terrestre es menos estable o en las áreas continentales, afectadas por plegamientos en proceso formativo.

La mayoría de los sismos tienen su foco a unos 50 km. de profundidad. Al punto situado en la vertical del foco se le llama epicentro.

11.18 Ondas sísmicas.

El terremoto se propaga en movimientos llamados *ondas sísmicas*. Estas se clasifican en tres tipos. Las ondas sísmicas P o *primarias*, que se caracterizan como ondas de empuje o de compresión, se propagan en forma similar al sonido y se desplazan con rapidez. Siguen las ondas S o *secundarias*, cuyo plano de vibración es perpendicular a la dirección de propagación, y en tercer lugar, las ondas L o *largas* que se propagan paralelamente a la superficie del globo.

Obsérvese y estúdiese con detalle el gráfico *Ondas Sísmicas*.



TRANSMISION DE LAS ONDAS SISMICAS.

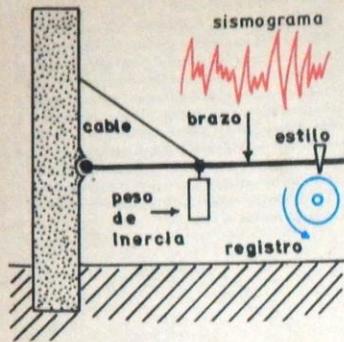
11.19 Sismógrafos.

Son aparatos para detectar, amplificar y registrar el movimiento del suelo.

En la propagación de las ondas sísmicas se toman en consideración tres componentes de la dirección de propagación de la onda: 1o. El movimiento longitudinal (a avance y retroceso); 2o. el transversal (a izquierda y derecha) y 3o. el vertical (arriba y abajo).

El sismógrafo más utilizado es el de péndulo electromagnético. Estos aparatos miden el movimiento relativo entre una masa inerte (el péndulo) y su soporte la Tierra. El péndulo puede estar colgado verticalmente, o apoyado en un plano vertical, para detectar principalmente, en el primer caso, las ondas en general, y en el segundo las ondas transversales.

Los sismógrafos analizan la importancia de los terremotos según su *intensidad* y su *magnitud*.



SISMOGRAFO

La intensidad se define por sus efectos en la superficie de la tierra. Así, un terremoto en el fondo del océano puede ser cero, mientras un pequeño movimiento sísmico en las cercanías de una ciudad, puede considerarse muy intenso.

La magnitud depende del movimiento del terreno, según se registre en un sismógrafo.

Cada terremoto sólo tiene una magnitud, mientras que su intensidad varía según la localidad afectada.

Palabras nuevas:

Galaxias	Estratosfera	Cámbrico	Metamórficas (rocas)
Implosión	Ionosfera	Helicoidal	Isostasia
Afloramientos	Exosfera	Sinclinales	Sima
Fallas	Plegamientos	Geosinclinales	Sial
Magma	Anticlinales	Epicentro	Sidéreo
Troposfera	Precámbrico	Igneas (rocas)	

RETENGAMOS LO ESENCIAL DEL TEMA

1. El hecho de que existan varias teorías para explicar el origen del Universo, indica que todavía no se conocen en forma comprobada un buen número de detalles.

Los datos seguros son estos:

a. Actualmente el Universo se halla en proceso de expansión, o sea que las galaxias se alejan unas de otras.

b. La ley de la conservación de la materia, plenamente demostrada por la fisiocoquímica, hace suponer que tiene carácter universal y de ser así, los cambios posibles sólo serían un proceso de transformación de materia en energía o viceversa.

c. Aun cuando las galaxias se alejan a velocidades extraordinarias, no pueden hacerlo a una velocidad mayor que la de la luz.

2. La edad del sistema planetario, del que formamos parte, se pudo medir gracias al estudio de los materiales radioactivos, cuya vida o duración antes de desintegrarse por completo, puede conocerse.

3. En el espacio existen nubes de polvo cósmico, procedentes de la desintegración de estrellas desaparecidas. En ellas se encuentran elementos de peso atómico alto que tienden a aglomerarse o concentrarse a causa de la atracción de la gravedad. Una vez formada una masa, ésta atraerá las partículas de polvo cercanas e irá aumentando el volumen de una estrella o de un planeta.

4. La constitución y estructura de la Tierra, y las dimensiones relativas del núcleo, el manto, la corteza y la atmósfera son de gran importan-

cia para la geofísica; y, también otra capa, la llamada biosfera, o sea la formada por los organismos vivos que se hallan en la superficie de la Tierra, en el aire o en las aguas, es de decisiva importancia para las Ciencias Naturales.

No es importante memorizar los kilómetros del radio de cada parte, pero sí lo es, comprender que el radio del núcleo es prácticamente dos veces el espesor del manto; que el espesor de éste, es cien veces el de la corteza y, que la atmósfera, tiene prácticamente tres veces el grueso de la corteza.

5. Los movimientos de rotación diaria de la Tierra sobre sí misma, sí deben estudiarse y aprenderse. Al igual, las ideas sobre solsticios y equinoccios, puesto que influyen decisivamente en la vida sobre la Tierra.

6. Debemos formarnos una idea clara de que la tierra no es algo estático, sino que por el contrario, está evolucionando permanentemente. Puede parecernos que no cambia, ya que la vida de un hombre es un lapso de tiempo muy corto. Pero el estudio de las Eras y Períodos geológicos, de la formación de las rocas, de los cambios continentales, o de las especies fósiles y vivas, debe servirnos para comprender que la evolución, afecta las rocas, los continentes y la vida.

7. Para conocer la estructura de los continentes, es definitiva la teoría de la isostasia, que permite explicar el movimiento de los continentes, la formación de las cadenas montañosas, los terremotos, las erupciones volcánicas, las glaciaciones, etc.

TRABAJOS PRACTICOS

Respecto al tema de esta unidad, los mejores trabajos para realizar son de observación y descripción de los fenómenos naturales que ocurren a tu alrededor.

Experiencia 1.

Si sabes que va a haber un eclipse visible en la región donde vives, procura observarlo. Si es de luna, no tienes que tomar precauciones especiales. Pero si es de sol, tienes que evitar mirarlo directamente porque se te quemaría la retina de los ojos y podrías quedar ciego. Para observarlo toma un trozo de vidrio grueso y con la llama de una vela ennegrecelo lo más posible, hasta que no se pueda ver absolutamente nada a través y solo entonces mira el sol poniéndolo delante de tus ojos. NUNCA MIRES AL SOL MEDIANTE UNA PALANGANA CON AGUA NI REFLEJADO EN UN ESPEJO.

Experiencia 2.

Puedes hacerte una idea de cómo se formaron la Tierra y los demás planetas, si pones una cucharada de arena gruesa en un vaso de agua y la agitas con un papelito como quien disuelve azúcar. Verás cómo la arena tiende a unirse en el centro del remolino formado por la agitación del agua.

Al igual que gira el agua cuando se va por el desagüe de la tina o del lavamanos, así giraron los átomos, fueron acercándose y luego formaron un centro de condensación: así nació el Sol. Luego, a su alrededor y en forma semejante se condensaron y formaron los distintos planetas.

Experiencia 3.

La formación de las nubes y los fenómenos

meteorológicos pueden imitarse así: **Cómo producir lluvia.** Pon a hervir agua y cuando ya esté saliendo el vapor abundantemente, coloca encima, a unos treinta cm. de altura, un vidrio grande. Verás que inmediatamente se condensa el vapor sobre el vidrio; ahora, si pasas un trozo de hielo por encima del vidrio, verás caer las gotas de agua. Estas gotas son la lluvia, y el vidrio equivale a lo que los meteorólogos llaman un frente frío.

Experiencia 4.

Consíguete un frasco grande. Pon en él: arena, grava, piedrecitas finas, trocitos de carbón, cal... y échale bastante agua. Tápalo y agítalo un buen rato. Luego, déjalo en reposo.

Verás cómo se van colocando las distintas capas de minerales según su peso. Así se forman los horizontes o capas del suelo y en forma semejante se constituyeron las capas geológicas de la Tierra.

Experiencia 5.

Dibuja sobre una bola de ping-pong (u otra de mayor tamaño) la silueta de los continentes americano, africano y euroasiático. Hazle un agujerito a la bola donde corresponden los polos a fin de pasar un hilo equivalente al eje de la tierra, que te permitirá suspenderla. En una habitación oscura, ilumina esta tierra que has dibujado y fácilmente verás las zonas que corresponden al día y a la noche. Con la ayuda de otras bolas podrás imitar las sombras que se proyectan durante los eclipses. El texto te da la información al respecto y no te será difícil, moviendo la luz, comprobar lo que se dice.

EL AGUA

12.1 Importancia del agua.

El agua cubre tres cuartas partes de la superficie terrestre, sin ella la vida sería imposible. Más del 60% de nuestro propio cuerpo está constituido por agua y los primeros seres vivos aparecieron en los océanos. Señalemos también que no importa cuál sea el alimento que consuma un ser vivo, siempre contiene agua.

Ya vimos que el estado líquido se presenta como un intermedio entre el sólido y el gaseoso. Así, no es de extrañar que el agua presente características comunes a los sólidos, como el que no podamos comprimir su volumen o que fluya en forma similar a los gases.

En la Naturaleza sólo el agua y el petróleo se presentan en forma líquida y abundante. Dos elementos el mercurio y el bromo son líquidos, aunque el bromo (líquido en estado puro) en la naturaleza lo hallamos combinado con otros elementos.

12.2 El agua y la vida.

El agua que se encuentra actualmente en la Naturaleza es, en un 90%, agua de mar. El resto se halla en forma de hielo, vapor de agua y agua dulce de ríos y lagos.

Los océanos primitivos, que se formaron cuando la corteza terrestre se enfrió lo suficiente, tenían una composición química diferente de la actual, con una concentración salina del 7 al 9 por mil, siendo la única manera en que era posible la aparición de la vida; hasta el punto de que hoy este medio líquido continúa siendo semejante en el plasma de los animales superiores, haciendo de su sangre un verdadero mar primitivo interior.

Quando consideramos la composición de la tierra en el precámbrico (ver cuadro geológico), nos llama la atención que hace 1.800 millones de años, los continentes estaban formados por materias sólidas, constituidas por el gran número de elementos y átomos que existen en el Universo. En cambio, el medio fluido y los primitivos océanos sólo contenían hidrógeno, carbono, nitrógeno y oxígeno.

Con sólo estos cuatro elementos se había formado: agua, amoníaco, metano y anhídrido

carbónico. Con estos cuatro elementos, la cantidad de combinaciones posibles resultaba prácticamente infinita. Son las materias básicas y nobles que configuraron el mecanismo de la vida.

Al principio se formaron compuestos orgánicos simples, gracias a la reacción de la energía solar, la electricidad atmosférica y en menor escala la radioactividad. Luego aparecieron moléculas más complejas como los aminoácidos y las proteínas, que son las bases de la materia viva.

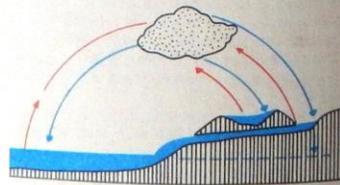
La vida comenzó cuando, a partir de un albuminoide que llamamos **clorofila**, se hizo posible que la materia inorgánica se utilizase como alimento. Este proceso que estudiaremos con más detalle se llama **fotosíntesis**.

Todo esto sucedía en el medio inicial compuesto por agua, metano y amoníaco.

12.3 La hidrosfera.

Aproximadamente el 74% de la superficie terrestre está cubierta de agua, en estado sólido o líquido. A esta cantidad deben añadirse las contribuciones menores de los ríos y lagos.

Los océanos comprenden el 98% del peso de la hidrosfera. Los casquetes polares, los nevados y glaciares donde el agua se presenta como hielo, aumentan y disminuyen por épocas, según el clima dominante en la tierra y fueron mucho mayores en la época de las grandes glaciaciones.



CICLO HIDROLÓGICO
EVAPORACIÓN = ROJO
PRECIPITACIÓN = AZUL

Permanentemente el agua de los océanos se evapora, luego cae en forma de lluvia, que en parte es absorbida por el terreno, y en parte forma los ríos que actúan como agentes erosivos, es decir, que arrastran hacia el mar grandes cantidades de tierras quitadas a los macizos continentales.

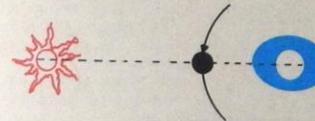
12.4 Estado natural del agua.

El agua se presenta en estado gaseoso, como vapor de agua; en **estado sólido**, como el hielo ordinario, o en **estado líquido**. Por ser este último el predominante, se considera el agua como un líquido en su estado natural.

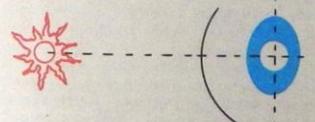
12.5 Mareas.

Quando utilizamos la palabra **marea**, nos referimos a la deformación que se produce en un cuerpo, por la acción de la gravedad de otro.

Como las deformaciones o mareas terrestres son despreciables para la mayoría de los cuerpos en la tierra, y notables en el medio líquido como los océanos y mares, nos ocupamos solamente de la deformación que sufre la masa de agua terrestre.



MAREAS VIVAS



MAREAS MUERTAS

La fuerza que da origen a las mareas es la acción gravitatoria del Sol y de la Luna, siendo el efecto de ésta casi el doble que el del sol.

De acuerdo con las leyes de Newton, la luna atrae cada partícula de la tierra con una fuerza dirigida hacia el centro de la luna; igual sucede con respecto del sol. La magnitud de estas fuerzas es proporcional al cuadrado de la diferencia

entre el centro de la luna (o el sol) y la partícula atraída.

Quando el nivel del mar sube con respecto a la costa, decimos que hay **marea alta o flujo**, y cuando desciende hablamos de **marea baja o reflujo**.

La mayor o menor intensidad del movimiento se debe a la posición relativa del sol y la luna con respecto a la tierra. En efecto, es mayor en los períodos de la luna llena y luna nueva, y menor durante los cuartos crecientes y menguantes.

12.6 Corrientes marinas.

Las **corrientes marinas** difieren de las mareas por su carácter de traslación, esto es por ser movimiento de circulación del agua. Por lo tanto, una corriente marina se puede considerar como un río en el seno del mar.

Se distinguen tres clases de corrientes: **superficiales, profundas o de fondo, y verticales**.

Las diferencias de densidad, temperatura y salinidad, influyen en el movimiento de las masas de agua oceánica, así como los vientos de superficie y el sentido de rotación de la Tierra.

Las corrientes superficiales influyen decisivamente en los climas.



CORRIENTES MARINAS ROJO = CALIDAS AZUL = FRIAS

12.7 Nubes.

Las nubes provienen del agua que, al evaporarse, se condensa en forma de vapor. Quanto más caliente está el aire, tanto más vapor puede contener. Quando el aire contiene el máximo de vapor que permite la temperatura ambiente, se dice que está **saturado**.

En el aire saturado, el más ligero descenso de temperatura, provoca la formación de gotas líquidas que caen en forma de lluvia.

Las nubes también pueden transformarse en lluvia, si contienen pequeñas partículas sólidas, como el polvo.

El vapor condensado en el aire forma como una nube de pequeñas gotas, que se sostienen gracias a las corrientes ascendentes del aire.



CLASIFICACION DE LAS NUBES

Un enfriamiento fuerte y prolongado facilita la formación de gotas de mayor volumen, que pueden transformarse en **lluvia**, o si se hielan, en **nieve**; pudiendo también condensarse en esferas de hielo, que aparecen como **granizo**.

12.8 Lluvias.

La lluvia se origina cuando la condensación en el seno de la nube es tan intensa que las gotitas integrantes se reúnen formando gotas mayores capaces de llegar a tierra sin evaporarse.

La cantidad de lluvia se mide con un aparato llamado **pluviómetro** y se expresa en milímetros de altura por metro cuadrado.

La repartición geográfica de la pluviosidad indica que las máximas, están en la zona ecuatorial y en las regiones costeras; mientras las mínimas, corresponden a las regiones interiores de los continentes, especialmente en las zonas desérticas y a la circumpolar.

Las regiones montañosas influyen en el régimen de lluvias. Una cordillera puede considerarse como un elemento enfriador, por cuanto provocará la condensación del vapor del agua de los vientos húmedos que chocan contra ella.

En las latitudes elevadas y en las altas montañas, las lluvias están sustituidas por las nevadas. La **nieve** se forma cuando el vapor de agua de la atmósfera se condensa a temperaturas inferiores a 0°C. Entonces el agua se solidifica, formando diminutos cristales que, al entrecruzarse, constituyen los **copos** de nieve.

La **escarcha** es a la nieve, lo que el rocío a la lluvia; es decir, nieve formada en contacto con los objetos enfriados bajo cero.

12.9 Formación de los ríos.

El agua que cae en forma de lluvia, disuelve los terrenos, produce desprendimientos de tierras y, al deslizarse por las laderas, modifica el paisaje. La forma de los valles por cuyo fondo corre un río ha sido modelada lentamente por el curso de las aguas.

En las zonas altas montañosas, una serie de pequeñas quebradas y riachuelos, erosionan permanentemente el terreno, transportando hacia abajo en su corriente, materiales sólidos: arena, guijarros y peñascos, que chocando unos con otros y rozando contra el fondo, profundizan el lecho del río. En estas zonas altas, el fenómeno predominante es la **erosión**. Reunidos en afluentes mayores, que desembocan en el río principal, a lo largo del valle, los ríos excavan su curso en zigzag; corren lentamente o caen en cascadas; siguen erosionando unas laderas, mientras depositan en otras los materiales arrastrados, formando playones. En este tramo del río, el fenómeno predominante es el **traslado** de materiales.

A la vez que se produce esta acción erosiva, los ríos construyen un paisaje, pues clasifican los materiales dejando depósitos de rocas pesadas en el fondo, encima de los cuales quedan piedras más pequeñas, recubiertas a su vez por gravillas y arenas.

Finalmente en la zona llamada **delta**, cerca al lugar donde desembocan en el mar, los ríos dejan grandes depósitos de los materiales que erosionaron y arrastraron.

Ya en el mar la corriente del río abandonará los últimos sedimentos de las arcillas que irán acumulándose en el fondo del mar y los océanos.

Desde un avión y aun desde un barco, puede verse el color pardo del río Amazonas, entrando muchos kilómetros dentro del Atlántico.

12.10 Aguas subterráneas.

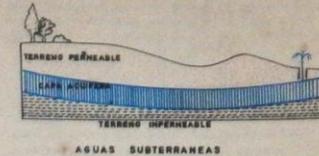
El agua cae sobre la tierra, en parte se evapora y regresa a la atmósfera, en parte corre por la superficie y una enorme cantidad penetra en el suelo hasta que encuentra unas capas impermeables. Llega un momento en que el terreno está saturado y se establece así un nivel **hidrostático**, en tal forma que al perforar el terreno aparecerá agua en dicho nivel.

Al penetrar en los terrenos, el agua arrastra pequeñas partículas, materias orgánicas que se hallaban en proceso de descomposición y también gases. Así pueden rellenarse huecos y grietas de las rocas o del terreno y formarse nuevos depósitos de minerales o sales solubles, principalmente cloruro sódico y sulfato cálcico.

Cuando el agua es ligeramente ácida, ataca fácilmente los terrenos calizos y de hecho, disuelve estas rocas, excavando cavernas. Se forman verdaderos ríos subterráneos, que sólo regresan a la superficie, después de recorrer muchos kilómetros y encontrar terrenos no permeables. En estas cavernas, el agua cargada de sales sigue filtrándose y a causa de la alta temperatura, se evapora, dejando un residuo mineral que se acumula, para formar las **estalactitas** que cuelgan del techo de la caverna. Las gotas que alcanzan a caer al suelo sufren el mismo proceso y dan origen a las **estalagmitas**.

Cuando una capa de agua subterránea desemboca en una ladera, aparece un manantial. Si termina en el nivel del suelo, se forma un estanque, si aflora en un lugar del desierto, aparece un oasis.

Los manantiales naturales en ocasiones dejan manar aguas a altas temperaturas. En general, esto se origina cuando las aguas subterráneas atraviesan capas profundas o residuos de masas



de magma no lejos de la superficie. A estas fuentes se les llama **termales**.

Cuando el agua subterránea es llevada al punto de ebullición puede presentarse como una fuente de vapor, por lo común intermitente, a la que se llama **geiser**.

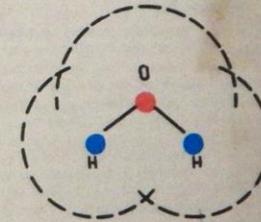
12.11 Propiedades químicas del agua.

Como compuesto químico, el agua se forma con dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno en cada una de sus moléculas.

Las propiedades del agua, derivan de la posición que ocupan los átomos de hidrógeno y oxígeno en su molécula. El núcleo de oxígeno ocupa el vértice y los átomos de hidrógeno se colocan a uno y otro lado del ángulo. La distribución de sus electrones permite una serie de enlaces químicos insospechados.

Al igual que dos láminas de metal fijadas por un tornillo, dan nacimiento a las tijeras, o sea un instrumento más eficaz, el agua debe sus propiedades a la disposición de sus átomos.

El agua no es un agente oxidante muy fuerte, pero facilita la acción de otros elementos oxidantes.



ESTRUCTURA DE LA MOLECULA DEL AGUA

El agua reacciona con muchas sustancias para formar cuerpos sólidos. A éstos se les llama **hidratos** y la molécula de agua entra a formar parte del sólido; como sucede con el yeso que utilizamos en la construcción.

12.12 Propiedades físicas del agua.

Dado el gran poder de disolución del agua, en la naturaleza no se la encuentra en forma pura. Para conseguir agua pura, es necesario **destilarla**, lo que se consigue en ambiente cerrado llevándola hasta la ebullición y enfriando el vapor desprendido.

El agua presenta las características generales de los líquidos que señalamos al estudiarla como materia. Sus propiedades son:

- Punto de congelación: 0 °C
- Densidad del hielo a 0°C: 0,92 gramos/centímetro cúbico
- Densidad del agua a 4°C (nivel del mar): 1,00 Gr/cm³
- Calor de fusión: 80 calorías/gramo
- Punto de ebullición (nivel del mar): 100°C
- Calor de vaporación: 540 calorías/gramo
- Temperatura crítica: 374°C
- Presión crítica: 217 atmósferas

12.13 Densidad del agua

La densidad se define como la **masa por unidad de volumen** de una sustancia. Depende de la temperatura, de la composición de la sustancia, o de la presión, si se trata de un gas.

Las unidades de densidad se expresan en **gramos por centímetros cúbicos**.

El agua se toma como sustancia patrón, en la condición que presenta a 4°C a nivel del mar cuando se dice que es igual a 1 gramo por centímetro cúbico.

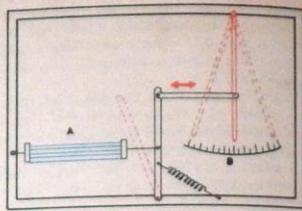
12.14 Calor específico.

Es la relación entre la capacidad térmica de una sustancia y la del agua a 15°C, que es la cantidad de calor necesario para elevar un grado la temperatura de un gramo de agua. Normalmente se mide el calor necesario para pasar de 14½°C a 15½°C y es lo que llamamos una **caloría**.

De hecho, el elevado calor específico del agua es decisivo para mantener más estable la temperatura de la tierra, puesto que el agua se calienta o enfría más lentamente que la mayoría de las sustancias.

12.15 Higrómetros.

Son instrumentos destinados a medir la **humedad relativa** o el porcentaje de humedad de saturación del aire.



HIGROMETRO DE CABELLOS
A.-cabellos B.-escala de humedad relativa

El elemento sensible es cualquier material orgánico que se estira o contrae con el cambio de humedad. Frecuentemente se emplea el cabello, o membranas de piel sujetas a un extremo y móviles en la palanca o aguja que señala los valores, sobre una escala.

12.16 Otras características de las aguas naturales.

El agua procedente de fuentes naturales, ríos, lagos o pozos, contiene siempre impurezas, ya sean materias minerales u orgánicas, disueltas, o en suspensión. Contiene también gases disueltos, y en muchos casos residuos industriales o urbanos que la contaminan.

En el interior de las calderas, estas impurezas se concentran sobre las paredes, forman sedimentos, y pueden corroer el material. Es lo que se llama **incrustaciones**.

A estas aguas que contienen muchas sales, en especial de calcio y magnesio, se les llama **duras**, y para poder usarlas es necesario someterlas a diferentes tratamientos que eliminen sus impurezas, es decir, **ablandarlas**. Las aguas que contienen impurezas orgánicas en suspensión deben filtrarse y esterilizarse, como veremos más adelante.

12.17 Purificación del agua.

Cuando las aguas naturales se destinan al consumo humano (y también a los procesos industriales), deben suministrarse en condiciones más puras.

En líneas generales, se les somete primero a un proceso para que las partículas sólidas, que se hallan en suspensión, se depositen, por acción de la gravedad, en el fondo de los tanques donde se almacenan. Muchas veces se emplean productos que aceleran este proceso, que se llama **sedimentación**.

El siguiente paso es obligar a que el agua pase a través de filtros que detienen las partículas

muy pequeñas, las sustancias coloidales (véase glosario) y algunos microorganismos. Este proceso se denomina **filtrado**.

Una última etapa, consiste en añadir al agua

sustancias que destruyen los gérmenes, para lo cual generalmente se emplea el cloro. También puede usarse la **luz ultravioleta** por su acción germicida.

Palabras nuevas:

Plasma (de los animales)	Proteínas	Estalagmitas
Amoniaco	Albuminoide	Geiser
Metano	Saturación	Hidratos
Anhidrido carbónico	Hidrostático	Acido
Aminoácidos	Estalactitas	Base

RETENGAMOS LO ESENCIAL DEL TEMA

1. Comprender que el **agua** es esencial para la vida, es un concepto primario y puede parecer innecesario insistir al respecto.

Entender la función del agua en los organismos vivos, en el interior de la célula, o en los sistemas digestivo, circulatorio, etc., es ya más complejo pero de importancia absoluta.

Alcanzar una idea clara de que la **vida** comenzó en el agua y que no podemos imaginar la existencia de "cualquier" forma de vida sin agua, es el propósito de esta unidad. Esta es la razón para estudiar las características específicas del agua.

2. El 98% del agua de la Tierra, es el agua salada de los mares. Cuando a un enfermo se le aplica "suero fisiológico" sólo se le introduce en su cuerpo agua débilmente salina.

La deshidratación (pérdida de agua) significa la muerte para cualquier ser vivo, vegetal o animal). Pero el agua sólo apareció después de millones de años de formarse nuestro planeta.

3. De los 105 elementos conocidos hasta la fecha, el **hidrógeno**, **oxígeno**, **nitrógeno** y **carbono** constituyen los materiales básicos de la vida, y los dos primeros son los constituyentes del agua.

4. El proceso que sigue el agua: evaporación, condensación, pluviosidad y regreso al mar, por normal y natural que nos parezca, supone una gran cantidad de cambios y acciones que son decisivas para la vida en la Tierra.

5. Las mareas y las corrientes marinas, al igual que la evaporación, condensación y lluvia, implican el consumo de enorme cantidad de energía que significa para la Tierra el motor que permite el permanente cambio (evolución).

6. La formación de los ríos, la disolución de los materiales solubles por el agua, la erosión, el transporte y la sedimentación de materiales in-

solubles, que se cuentan por millones de toneladas cada día, cambian la forma de la superficie de la Tierra, y como sucedió en el pasado geológico, llevarán a la desaparición de las cordilleras actuales, lo que supondrá otros levantamientos y continentes futuros muy diferentes a los actuales.

7. Es posible que hayas leído sobre el interés que tienen los astronautas para ver cómo conseguir agua en la Luna. Tal vez recuerdes que se piensa poderla obtener de las rocas. Esto no es imposible ya que entre las propiedades del agua está la de formar hidratos, o sea que la molécula del agua forma parte de un sólido.

En este curso, no estudiaremos cómo esto es posible, pero sí debemos aprender y recordar que las propiedades del agua derivan de la posición que ocupan los átomos de hidrógeno y oxígeno en la molécula de agua.

8. Debe aprenderse y sin que queden vacíos o dudas qué significa **densidad**, y que el agua se tomó como patrón para establecer la densidad de cualquier cuerpo.

9. Es importante saber qué significa **calor específico**, con igual fuente de calor por ej., dos hornillas iguales de una cocina, un kilo de hierro se calienta o adquiere una determinada temperatura mucho antes que, un litro de agua (un kilo). Así la arena de la playa se calienta más que el agua, aun cuando el Sol afecta por igual cada metro cuadrado de superficie.

10. Es importante conocer las características de las aguas naturales y los procesos de purificación y conservación. Vivimos una época en que cada día es más importante evitar la contaminación de los ríos y cauces y conservar el agua que es uno de los recursos naturales de máxima importancia.

HIDRAULICA

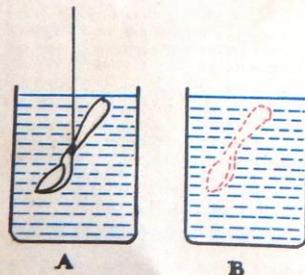
La hidráulica es una parte de la mecánica que estudia el equilibrio y el movimiento de los fluidos líquidos, y por extensión se aplica al comportamiento de líquidos como el agua.

A continuación establecemos las principales características del comportamiento del agua como fluido.

12 A.1 Principio de Arquímedes.

Es una ley fundamental de la física que se expresa así: **Todo cuerpo sumergido experimenta una fuerza de flotación igual al peso del fluido desplazado.**

Este principio a veces se formula así: **Todo cuerpo sumergido en el agua pierde un peso igual al peso del volumen del agua desalojada.** Al expresarlo así nos referimos a un caso particular muy importante ya que se aplica en la navegación, pero no debemos olvidar que la primera formulación es un **principio o ley general**, por lo cual debe considerarse para todo caso, lo mismo para el aire, que para el agua o para un fluido cualquiera.



PRINCIPIO DE ARQUIMIDES

**A - UNA CUCHARA DE PLATA
B - UNA CUCHARA DE "AGUA"
INMERSA EN UN RECIPIENTE DE AGUA.**

Todos conocemos materiales que flotan y otros que se hunden en el agua. Sabemos que un pedazo de hierro se va al fondo, mientras que un pedazo de madera de iguales dimensiones, flotará en la superficie del agua. Si nos preguntamos por qué sucede así, el principio de Arquímedes nos da la explicación; el volumen del agua igual al del pedazo de hierro pesa **menos**. Lo contrario sucede con la madera cuyo volumen, comparado con uno igual de agua, es **menos** pesado que ésta.

12 A.2 Incompresibilidad del agua.

En general se acepta que los líquidos son incompresibles; esto implica que su volumen no puede reducirse por más presión que ejerzamos sobre ellos. O sea, que si bien los líquidos adoptan fácilmente la forma del recipiente en que se los coloca, no es posible hacer que disminuyan su volumen.

No sucede así con los gases, pues podemos comprimirlos, obligándolos a ocupar menos espacio o volumen, como se demuestra al inflar un neumático.

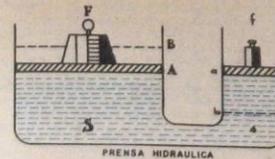
La mayoría de los líquidos pueden reducir su volumen cuando se enfrían y alcanzan su densidad máxima en su punto de congelación.

El agua sigue la misma regla hasta llegar a 4°C por encima de su punto de congelación, pero en este momento comienza a dilatarse hasta llegar a 0°C. Este fenómeno explica por qué el hielo flota en el agua. Nunca debemos llenar totalmente de agua las cubetas de la nevera.

12 A.3 Prensa hidráulica.

Fundándose en la incompresibilidad de los líquidos, Pascal enunció el principio que: **"para un líquido en reposo, el aumento de presión en su punto, origina un aumento de presión igual en todos los demás puntos".**

Una aplicación práctica de este principio es la **prensa hidráulica**, combinación de un cilindro grande y otro pequeño, unidos por un tubo y llenos con un líquido.

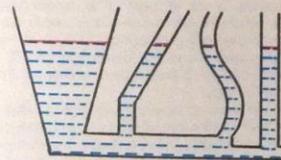


Una pequeña fuerza aplicada al cilindro pequeño, origina una gran fuerza sobre el pistón del cilindro mayor.

Prensas de este tipo desarrollan fácilmente fuerzas de hasta 15.000 toneladas.

12 A.4 Vasos comunicantes.

Si unimos una serie de vasos o depósitos mediante un tubo que permita el paso entre todos ellos, comprobamos que, al llenar con un líquido uno de ellos, éste se reparte entre todos los depósitos, manteniéndose el mismo nivel del líquido en todos los vasos que se hallan comunicados.



VASOS COMUNICANTES

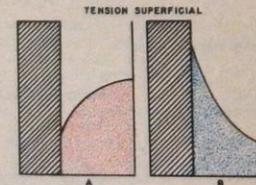
El abastecimiento normal de agua en las ciudades se funda en esta característica. Así, los acueductos almacenan agua a mayor altura que la de los edificios, consiguen que el agua suba hasta los tanques de cualquier edificio más abajo que el acueducto y se llenan, sin tener que recurrir a bombas o aparatos destinados a elevar el líquido.

En aquellas ciudades de la costa o la llanura donde el acueducto se halla a nivel del mar, es preciso construir tanques elevados ayudándose con bombas de alta presión para enviar el agua a las casas y edificios.

12 A.5 Tensión superficial.

En la superficie de los líquidos se produce un fenómeno que llamamos **tensión superficial**. Consiste en la atracción que tienen entre sí todas las moléculas de un líquido, la cual se ejerce

en todo sentido y como hacia arriba está sobrando la fuerza, ésta se distribuye y viene a equilibrarse formando una especie de membrana compuesta por las moléculas de la superficie. La atracción mutua que se establece entre estas moléculas es lo suficientemente enérgica para que actúen con mucha fuerza como una membrana elástica en tensión.



En muchas ocasiones podemos observar ciertos insectos que posan y caminan sobre el agua. Se aprovechan de esta tensión gracias a la forma y disposición de sus patas que les permite distribuir su peso en una gran área.

Si utilizamos un producto que no deja mojar la superficie de un sólido, podemos aprovechar el fenómeno de tensión superficial para que no se hunda. Si tomamos un alfiler y lo cubrimos con grasa, al depositarlo encima del agua, no será difícil conseguir que se mantenga a flote. Esto es lo que permite flotar a las aves acuáticas, pues tienen las plumas engrasadas y nunca se mojan.

12 A.6 Densímetros.

Quando hablamos de densidad de las sustancias, dijimos que era la relación de la masa por unidad de volumen y que esto se aplicaba por igual a sólidos, líquidos o gases.

Para medir la densidad de un líquido, se utiliza el aparato llamado densímetro. Normalmente consiste en un tubo de vidrio que puede actuar como un flotador; en uno de sus extremos se coloca un lastre o mayor peso, para que se mantenga vertical en el líquido; en la parte superior flotante se marca una escala de densidades que puede ser leída fácilmente.

Para establecer dicha escala, se coloca el densímetro en agua a 4°C y a nivel del mar. El tubo flota y se marca su nivel con el agua la cifra 1. Los líquidos menos densos que el agua dejarán hundir más el aparato y los más densos al contrario.

12 A.7 Flotabilidad.

Al plantear el principio de Arquímedes hicimos referencia a la reducción de peso que afecta a todo cuerpo sumergido en un líquido. La

navegación aprovecha este fenómeno y así un barco metálico flotará, siempre que el agua que desplace tenga un peso superior al del barco colocado en su superficie.

¿Qué sucedería si el peso del volumen de agua desplazado fuese igual al peso de la nave? De hecho ni flotaría, ni se hundiría; más aún, podría quedarse bajo

la superficie del agua, en cualquier nivel. Estamos hablando de un submarino, el cual, gracias a un sistema que le permite llenar unos tanques o vaciarlos expulsando el agua de ellos, puede equilibrar el peso propio con el peso de un volumen de agua igual al volumen del submarino.

Por un sistema prácticamente igual, los peces consiguen que su densidad sea la del agua, y ello les permite mantenerse sin esfuerzo en cualquier profundidad.

Palabras nuevas:

Fluido	Incompresibilidad	Tensión
Arquímedes	Pascal	Membrana

RETENGAMOS LO ESENCIAL DEL TEMA

1. La **hidráulica** constituye uno de los campos más importantes de la física, pues, los principios y leyes establecidas en ella, tienen importancia de aplicaciones prácticas en la industria y en la investigación.

a. El **principio de Arquímedes**, es básico para el cálculo y diseño de buques, submarinos, densímetros, etc.

b. El **principio de Pascal**, es básico para la construcción de bombas hidráulicas, elevadores, grúas de pistón, etc.

c. La **incompresibilidad** del agua es un concepto que se funda en que las moléculas de un líquido no pueden ocupar un volumen menor, o sea, no pueden acercarse entre sí. Este principio sirve de base a las prensas hidráulicas.

d. En la práctica, los **vasos comunicantes** son útiles para la distribución del agua en las ciudades cuando su topografía lo permite; ya que en los vasos comunicantes los líquidos se elevan

siempre hasta el mismo nivel, cuando los recipientes que los contienen están intercomunicados. En casos distintos es necesaria la utilización de bombas de alta presión que eleven el agua hasta sitios más altos.

2. La densidad de los líquidos varía con la temperatura, o sea, se hacen más densos hasta llegar a sólidos conforme se disminuye la temperatura a que están sometidos. El agua es una excepción, pues, su menor densidad es a 4°C y no a 0°C que es su punto de congelación. Por eso el hielo flota.

3. En cuanto al aspecto biológico, la densidad de los líquidos orgánicos es de importancia vital, no solamente para la fauna marina que vive en un medio líquido sino para el intercambio de sustancias dentro de los organismos mismos y la distribución de ellas. El corazón es una bomba, el conjunto de tubitos que forman el riñón son un filtro a presión, etc.

TRABAJOS PRACTICOS

Experiencia 1.

En la alberca de la casa, trata de hundir en el agua una bola de ping-pong y cuando esté unos cms. bajo el agua, suéltala. Repite lo mismo con una bola del tamaño de las de fútbol.

¿Qué es lo primero que observas? ¿Por qué exige más esfuerzo (fuerza) la de mayor volumen? ¿Qué más observas? Repite varias veces y procura descubrir si alguna cosa entre las que suceden te pasó desapercibida la primera vez. Anota todas y cada una de tus observaciones.

Experiencia 2.

Toma una jeringuilla de las que se utilizan para inyecciones. Quita la aguja de su extremo y mueve el émbolo dentro del cilindro: corre fácilmente. Pon el dedo en el extremo donde se coloca la aguja; comprime el émbolo y sentirás una presión, a la vez podrás observar que corre con dificultad y sólo puedes moverlo un poco: el aire es compresible.

Ahora llénala de agua, tapa su extremo con el dedo y verás cómo por más fuerza que ejerzas,

el émbolo no se mueve si no expulsa el agua: el agua es incompresible, o sea sus moléculas no se dejan agrupar más.

Este experimento exige cierto cuidado y no debe hacerse gran presión, pues, podría reventarse el cilindro y cortar tus dedos.

Experiencia 3.

Toma un balde y fija en su pared una regla graduada. Llénalo de agua hasta una determinada altura. Toma un frasco de vidrio como los de mermelada y déjalo flotar en el balde; anota la altura del nivel de agua en el balde.

Consigue unas piedrecitas y deja caer unas cuantas en el interior del frasco de vidrio; verás que éste se hunde algo más y anota cuánto ha subido el nivel del agua en el balde. Sigue introduciendo más piedras y tomando nuevas anotaciones; el frasco de vidrio cada vez se hundirá más, hasta el momento en que se irá al fondo; esto sucede cuando el peso del frasco más las piedras es superior al volumen del agua

que desplaza, y que pudiste medir por el nivel del líquido en el balde.

Esa es la **flotabilidad**, basada en el principio de Arquímedes.

Si has pesado el frasco y todas las piedras que pusiste dentro, podrás establecer el **límite de carga** en función del volumen de agua desplazada.

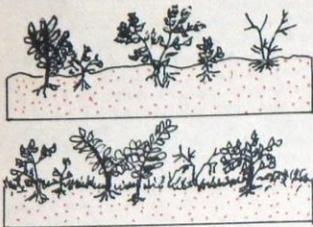
Experiencia 4.

Sabemos que los líquidos ejercen una presión sobre el fondo y las paredes de los recipientes que los contienen.

Toma un pedazo grueso de tabla que sirva como flotador y colócalo en el agua. Pon encima un tarro más o menos lleno de agua para que pueda sostenerlo a flote tu tabla.

Abre luego un pequeño agujero en el tarro, llénalo como antes y colócalo sobre el flotador. Observarás cómo éste, con el tarro encima, empieza a moverse en la dirección opuesta a la salida del chorro. ¿Por qué?

LOS SUELOS



ETAPAS DE LA FORMACIÓN DE UN SUELO

Llamamos suelos a los materiales derivados de las rocas. Pueden tener una mezcla orgánica que permite la vida una vegetación, en cuyo caso se llaman **fértiles**; de lo contrario, se llaman **áridos** o **desérticos**.

Generalmente, estas condiciones dependen del régimen de lluvias y de los vientos reinantes en la respectiva zona del globo, las cuales pueden ser modificadas por la acción de la mano del hombre. Si fomenta la silvicultura por medio de una reforestación adecuada, mejora el ambiente; y si destruye irresponsablemente la vegetación, se puede decir que está creando desiertos.

Los suelos cubren la mayor parte de la superficie terrestre.

13.1 Formación de los suelos.

En la primera etapa se produce la acumulación de fragmentos de rocas, que se depositan en determinado lugar por la acción del viento, el agua o el hielo y la atracción de la gravedad.

La segunda capa, es la formación de horizontes o **capas**, esto es, de depósitos superpuestos, generalmente compuestos por materiales diferentes, que se ven a simple vista, por tener distintas coloraciones.

Los materiales que se pierden en un lugar, quedan depositados en otro, a la vez que pueden ser oxidados o hidratados por acción principalmente atmosférica o también disueltos por el agua.

La erosión por el viento o el agua, la acción de los microorganismos o de la vegetación, o del deslizamiento de laderas, representan el constante proceso de cambio que afecta las capas llamadas suelos.

13.2 Formación de la capa vegetal.

Al morir, los restos de las plantas y animales se pudren dando origen a millones de microorganismos que descomponen la materia orgánica, y crean con ellos una capa superficial, más o menos gruesa, a la que se llama capa vegetal.

Esta capa se reconoce por su coloración negra o grisácea, que indica precisamente una zona de gran actividad biológica. Por debajo de esta

capa oscura, aparecen capas más claras de contenido orgánico casi nulo, a las que se llama subsuelo.

13.3 El subsuelo.

Si cavamos un hoyo profundo, cuando desaparece la capa vegetal, aparece el subsuelo; éste puede estar formado por materiales diversos, desde los constituidos por partículas muy finas como las arcillas, por materiales más gruesos como las arenas, por piedras y rocas entremezcladas, y aun por materiales duros como las capas de una cantera.

Según sea su composición mineral y química, el subsuelo puede recuperarse en forma natural al lograr desarrollarse en él una vegetación que por muy débil que sea, va creando una nueva capa vegetal en la que podrán seguir desarrollándose plantas superiores, y aun verdaderos bosques y selvas.

Este proceso es tan lento, que tardaría siglos en recuperar una capa vegetal suficiente, y este pensamiento debe obligarnos a no dejar que se pierda la capa vegetal existente y evitar al máximo la formación de zonas estériles, a causa de un mal uso de los suelos.

13.4 Humus.

Los suelos formados sólo por minerales no permiten la vida vegetal. Para que sea productivo un suelo, es necesario que contenga material orgánico y a éste se le denomina **humus**; parte orgánica del suelo que proviene de la descomposición de los vegetales y animales y que proporcionan las materias con que se nutren las plantas, aumenta la porosidad del suelo y así, se hace más fácil la retención del agua y también la penetración del aire.

Haciendo un hueco grande, que llenaremos con hojas, ramas, cáscaras de frutas, etc. y taparemos con tierra, al cabo de cierto tiempo tendremos, "humus" hecho por nosotros.

13.5 Microbiología del suelo.

El suelo es el mayor depósito natural de microorganismos, que cumplen funciones de gran importancia en la química del nitrógeno y en los procesos de la oxidación, que es necesaria para la rápida descomposición de las materias orgánicas.

Los microorganismos del suelo se dividen en bacterias, actinomicetos, hongos, levaduras, algas, protozoos, micomicetos y virus. Como algunos de estos organismos viven de la transformación directa de materias inorgánicas, suponen un ciclo de decisiva importancia para la vida de la tierra.

13.6 Clasificación de los suelos.

Los suelos se clasifican de acuerdo con el tamaño de las partículas de sus componentes minerales. El tamaño varía desde la grava gruesa, cuyos granos tienen más de 2 milímetros de diámetro, de las arcillas de solo 0.002 mm., hasta los suelos de guijarros, arenas y sedimentos.

Se dice que un suelo es **arcilloso**, cuando tiene 50% de arena, 25% de sedimentos y 25% de **arcilla**.

Los suelos **calizos**, suponen un alto porcentaje de materiales calcáreos y en especial de carbonato cálcico.

Cuando predomina el sílico o cuando éste se ha mezclado con depósitos de limo, (lodo, barro), se denominan tierras **silíceas** o **silíceo-limosas**.

Otras clasificaciones se fundan: en la calidad de un suelo para un determinado cultivo; en el origen de su formación; en la composición química de la mezcla de materiales que lo componen, acidez, salinidad, etc., y en la estructura física que analiza el tamaño y densidad de las partículas, la porosidad y retención de agua, etc.

Un suelo que retiene suficiente agua para que los cultivos prosperen, pero sin encharcarse, se llama **suelo bien drenado**. Aquel cuyo subsuelo es impermeable y tiende a anegarse, con perjuicio del cultivo, se denomina **mal drenado**.

13.7 Erosión.

Erosión es el desprendimiento y transporte de los materiales de la superficie de la tierra que suponen un "desgaste".

Los principales agentes de erosión son las aguas superficiales, el viento y en ciertas latitudes los glaciares. Por causa de la gravedad, los materiales quedarán finalmente depositados en las zonas de menor altura, ya sea en el fondo de los valles o del mar.

Para el hombre, la erosión es de gran importancia, pues elimina el suelo fértil, afecta las corrientes de los ríos, los desborda, cambia el relieve de las tierras y puede convertir en inhabitables regiones antes muy ricas.

La erosión en muchos casos se debe a la acción del hombre, quien al talar los bosques, al quemar las malezas, al arar la tierra con los surcos en la dirección de la pendiente, lo que facilita el corrimiento rápido de las aguas, o al insistir en un cultivo que agota las características químicas del suelo, crea condiciones anormales que van en perjuicio de la productividad de la tierra.

13.8 La conservación de los suelos.

La mayoría de los países del mundo gastan grandes sumas para la **conservación de los suelos**; para esto se lleva a cabo la reforestación de bosques, especialmente en las cabeceras de los ríos y la introducción de técnicas agrícolas más científicas. La siembra de una cubierta de hierba que evite la acción de las lluvias, dé consistencia al terreno y facilite el desarrollo de una

vegetación de arbustos que haga posible la vida de árboles mayores, es una medida muy recomendable.

Ante el crecimiento de la población mundial que demanda mayor cantidad de alimentos, el hombre está tratando de recuperar zonas desérticas, para transformarlas en agrícolas, como ha sucedido en Israel.

Otros programas de conservación de los suelos, están destinados a dar o devolver a las tierras aquellos comestibles que son necesarios para el rendimiento de los cultivos. Así, los fertilizantes y abonos, contribuyen a mejorar o recuperar las condiciones óptimas para la producción agrícola.

En estos casos es preciso un estudio cuidadoso de los componentes químicos del suelo para no desequilibrar la composición, lo que sería contraproducente para los cultivos.

Para mejorar o conservar los terrenos también se realizan grandes obras, como las destinadas a evitar inundaciones, a desecar terrenos excesivamente húmedos, a irrigar terrenos faltos de agua, o a introducir cambios en su uso, como es el destinar a cultivos tierras que antes se utilizaban sólo para el pastoreo y ganadería.

Hace algún tiempo se acostumbraba dejar "descansar" la tierra de cultivo, o sea, no se sembraba durante uno o más años; se dejaba "en barbecho", con el fin de permitir a los microorganismos ejercer sus funciones de cambios químicos, sin que las plantas consumieran enseguida los productos alimenticios así formados.

Al renovar la siembra, los cultivos resultaban más provechosos. Hoy en día, con los abonos y fertilizantes, prácticamente se puede utilizar la tierra, año tras año.

Palabras nuevas:

Silvicultura	Algas	Levaduras	Drenado
Reforestación	Bacterias	Protozoos	Irrigación
Subsuelo	Actinomicetos	Mixomicetos	Barbecho
Humus	Hongos	Virus	

RETENGAMOS LO ESENCIAL DEL TEMA

1. Esta unidad se dedica al estudio de los suelos, o edafología, que es una ciencia muy importante en el mundo moderno, cuando el aumento de población mundial impone la necesidad de aumentar la productividad de alimentos.

2. Es la capa superficial de la corteza terrestre, o sea la que llamamos **suelo**, es donde se ha producido el fenómeno geológico de la descomposición de las rocas para transformarse en tierras; y allí, se desarrolla continuamente el proceso biológico de la **descomposición de la materia orgánica**, para llegar hasta los compuestos inorgánicos básicos para la vida vegetal y animal.

3. Dentro de la biosfera, el suelo constituye el escenario de los cambios más importantes en el ciclo biológico, ya que es lugar donde los seres vivos retoman sus componentes inorgánicos, a través de un proceso de vitalización de éstos, y allí mismo se efectúa la mineralización de la **materia orgánica** o sea, la devolución que los seres muertos hacen al suelo de sus compuestos vitales. Podríamos pensar en que ese ciclo constituye una especie de inmortalidad de la naturaleza viva.

4. La diferencia entre suelo fértil y árido, depende de la cantidad de humus que la tierra contenga, esto es, de cuantos restos orgánicos

en descomposición están presentes en ella. Por eso debemos procurar añadir organismos vivos al suelo, mediante abonos de origen animal y vegetal: estiércol, plantas muertas, etc.

5. Igualmente puede ocurrir que los suelos sean estériles por contener demasiada cantidad de un elemento o que haya poco de otro; esto, se llama **suelo desequilibrado** y se corrige con relativa facilidad mediante la adición de abonos minerales o fertilizantes, los cuales, por lo común contienen nitrógeno, potasio y fósforo, o bien calcio. Con esta adición se equilibra el suelo.

6. Importa mucho que las corrientes de aire o de agua no arrastren la capa vegetal y vayan descubriendo la roca donde no se puede cultivar. Para esto, los agrónomos recomiendan la siembra de gramíneas, de árboles que desvíen los vientos, arar en curvas de nivel (o sea, evitando seguir el declive normal de la montaña), etc.

7. El hombre actual está moralmente obligado a evitar la erosión o pérdida de la capa vegetal, así como la **contaminación** de los ríos y lagos con sustancias nocivas a la vida; pues, de no hacerlo, estamos exponiendo a convertir al mundo en un desierto y a que los alimentos escaseen mortalmente para todos.

TRABAJOS PRACTICOS

Muchas veces olvidamos que nuestra vida depende, en buena parte, de los suelos y esto nos impide preocuparnos de ellos como debemos. La ciencia estudia los suelos, esto es, la edafología, coopera con la ecología en la conservación de recursos naturales, tan necesarios en un mundo como el nuestro, en proceso de desarrollo.

Experiencia 1.

Recorta un pedazo de pasto de unos 50 por 50 cms. y colócalo aparte. Sigue excavando y saca tierra hasta formar con ella un pequeño montículo de unos 30 cms. de altura por 50 cms. de base. No apiones la tierra.

Coloca encima la alfombra de pasto que sacaste primero. Toma un balde lleno de agua y vierte un gran chorro sobre el pasto. Observa que el montículo no cambia de forma y que el agua casi no arrastró tierra.

Quita el pasto y repite lo anterior. Observa que el agua arrastra gran cantidad de tierra y que desmorona buena parte del montículo.

Es fácil deducir que la vegetación protege el terreno de la erosión producida por las lluvias torrenciales.

Experiencia 2.

Toma ahora una lata grande (de galletas) y ábrele un pequeño hueco sobre la base, colócala sobre el montículo que hiciste antes.

Vierte el mismo balde de agua hasta llenar la lata. Al montículo no le pasa nada. Observa que toda esta cantidad de agua, por retenerse en la lata, no afectó ni arrastró la tierra y que el agua, al salir lentamente por el hueco de su base, casi no desmorona la pendiente.

Esto es lo que se consigue al construir las represas que detienen las grandes avenidas de agua y controlan los efectos desastrosos producidos por las inundaciones.

Experiencia 3.

Pon un trozo de papel secante en el fondo de un frasco de boca ancha y échale encima un poco de colorante en polvo (como el de teñir ropa). Ten preparado una pequeña cantidad de arena bien seca y con cuidado, llena el frasco con ésta. Levanta el frasco, mira por debajo y verás que el papel está limpio. El colorante no lo ha manchado si la arena está bien seca.

Con una regadera muy fina moja la superficie de la arena por un momento. Transcurrido un tiempo podrás observar cómo el papel se ha manchado de colorante disuelto por el agua que se ha filtrado a través de la arena. Anota el tiempo transcurrido y podrás determinar el tiempo de drenaje, lo que es muy importante cuando se trata de estudiar un suelo para la agricultura.

Exactamente lo mismo ocurre con la lluvia en los suelos, y el papel secante, ocupa el lugar de lo que llamamos subsuelo.

EL AIRE

14.1 La atmósfera.

Llamamos atmósfera a la capa gaseosa que rodea la tierra, y aire, a la mezcla de los diferentes gases que se hallan en ella.

Gracias a la existencia del aire, es posible la vida en la tierra; animales, plantas, aves o peces (no los olvidemos) sólo pueden vivir, porque la atmósfera crea unas condiciones especiales. Sin el aire, no existiría el viento, las nubes, la lluvia, ni el fuego, que sólo es posible, por la unión del oxígeno (comburente) con la sustancia que se quema (combustible). Tampoco habría sonidos, ya que éstos se originan por la vibración de las moléculas de aire que chocan contra el tímpano de nuestro oído.

La atmósfera actúa como una cubierta protectora al absorber un gran número de radiaciones, principalmente las originadas en el sol, que anularían la vida si nos llegasen directamente.

La atmósfera aprisiona el calor del sol, durante el día, y no deja que se vaya al vacío extraterrestre, a la manera como los vidrios de un invernadero protegen las plantas que están en su interior. Sin la atmósfera, la temperatura sobre la tierra sería superior a 110 C durante el día y toda el agua entraría en ebullición, en tanto que en la noche descendería la temperatura a -185°C, como sucede en la superficie de la luna.

El aire "detiene", es decir, frena, y aun hace entrar en fusión más de 100 millones de meteoros que caerían sobre la tierra cada día, haciendo la superficie de ella igual a los paisajes lunares que conocemos.

14.2 El origen del aire.

Tal vez la primera envoltura gaseosa de la tierra contenía hidrógeno y helio, pero faltaba un elemento vital: el oxígeno. Una muy pequeña cantidad de oxígeno pudo tener origen volcánico, pero en realidad fueron las plantas las que, durante millones de años, consiguieron acumular el oxígeno en la atmósfera. Al aumentar el contenido de oxígeno se desarrollaron plantas superiores, que aceleraron el proceso y a la vez surgieron los animales consumidores de oxígeno.

La atmósfera es consecuencia de un proceso equilibrado, para mantener valores prácticamente constantes de oxígeno, agua, carbono y nitrógeno.

El oxígeno proviene de las plantas y el anhídrido carbónico, de los animales. Las plantas al morir y descomponerse, desprenden anhídrido carbónico, como sucede cuando se quema un combustible. Pero, el verdadero depósito de anhídrido carbónico es el mar, que lo contiene en una cantidad cincuenta veces mayor que la atmósfera.

14.3 Composición del aire.

La composición del aire es la siguiente:

Nitrógeno:	78 ^o /o
Oxígeno:	21 ^o /o
Argón:	1 ^o /o
Vapor de agua:	0,01 a 4 ^o /o (es un compuesto de hidrógeno y oxígeno).
Anhídrido carbónico:	0,03 ^o /o

En cantidades infinitesimales encontramos también, Neón, Helio, Cripton, Xenón (de la familia de los gases raros) acompañados por mínimas cantidades de hidrocarburos, hidrógeno y acetileno.

Por acción del hombre, el aire contiene otros elementos y productos procedentes de las industrias, de los gases expelidos por los motores, y aun elementos radioactivos, consecuencia de las explosiones atómicas. En realidad se trata de una contaminación de la atmósfera por la acción del hombre, que encierra ciertos peligros.

El peligro de la contaminación atmosférica comienza cuando la cantidad de gases extraños es tal, que desplaza los elementos naturales que intervienen en el ciclo biológico de las sustancias inorgánicas, necesarias para las reacciones bioquímicas vitales.

También pequeñas cantidades de gases venenosos como el metano, el amoníaco y el óxido nítrico se hallan en el aire. Así mismo, el polen, las esporas, las cenizas volcánicas y las partículas de salitre marino, se unen al polvo procedente del cosmos, del cual unas 1.800 toneladas diarias son atraídas por la gravedad terrestre.

14.4 El peso del aire.

Aunque no lo sintamos, porque se ejerce en todo sentido sobre nosotros, el peso de la at-

mósfera es enorme, equivale a 1,33 kilogramos por centímetro cuadrado.

Esto significa que la superficie terrestre soporta una presión por el peso del aire de 5.000.000.000.000.000 de toneladas.

14.5 La estructura del aire.

Por ser una mezcla gaseosa, el aire se halla en constante cambio. Sus componentes varían no sólo de un lugar a otro, sino de una hora a otra, en los lugares donde funcionan fábricas, por ejemplo.

Aunque la composición del aire puro es prácticamente constante desde el nivel del mar hasta las grandes alturas, su densidad es diferente, pues disminuye a medida que ascendemos.

A 10 Km. sobre el nivel del mar, no podríamos respirar; a 20 Km., una vela se apagaría por falta de oxígeno; lo cual se debe a que en la medida que subimos, las moléculas gaseosas están más distanciadas unas de otras, o sea que la densidad del aire disminuye; (menos masa para igual volumen) lo que se llama **aire enrarecido**.

Si a nivel del mar tomamos un volumen que contenga un millón de moléculas, a 95 Km. de altura sólo tendríamos una molécula para el mismo volumen.

En los límites exteriores de la atmósfera, las pocas partículas gaseosas dejan de estar sometidas a la atracción de la gravedad terrestre. Cuando chocan unas con otras, toman una dirección según la forma en que chocaron y algunas partículas van a extraviarse en el espacio cósmico, mientras otras se dirigen hacia la tierra, y otras giran como satélites. La velocidad con que se mueven depende de la fuerza con que chocaron. En general, las partículas de hidrógeno y helio se fugan al espacio.

Todavía no se conoce exactamente la altura en que "termina" la atmósfera; algunos científicos la establecen a los 650 Km., mientras otros la suponen a 9.600.

14.6 Las capas de la atmósfera.

La capa de aire, entre el nivel del mar y 10.000 mts. de altura se llama **troposfera**, que para los seres vivos de la tierra es la más importante, y es la zona en que se forman las nubes, las tempestades, los huracanes y los tifones.

Por encima de los 10.000 mts. comienza la **estratosfera** región calmada, con cielo siempre azul, casi sin vapor de agua, ni polvo terrestre. Con una temperatura media de 56°C que por encima de los 37.000 mts., aumenta gradualmente hasta calentarse a 77°C a la altura de 48.000 mts.

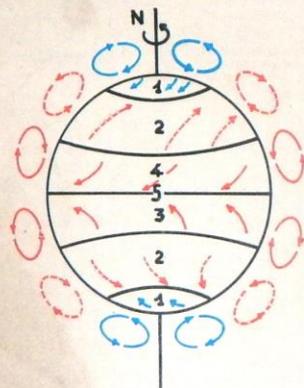
En la zona central de la estratosfera, se encuentra la capa de ozono, llamada **ozonósfera**. Esta capa de gas ozono, es importantísima, puesto que absorbe las radiaciones ultravioletas emitidas por el sol, que si llegasen a la tierra, eliminarían la vida en nuestro planeta.



Por encima de 80.000 mts. comienza la **ionosfera** que actúa en su límite inferior como reflectora de las ondas de radio, las cuales al chocar en ella, se devuelven hacia la tierra. Gracias a este fenómeno, nos es posible comunicarnos por radio con cualquier lugar del mundo.

La temperatura en la parte baja de la ionosfera es de -33°C , y va aumentando gradualmente hasta $+2.200^{\circ}\text{C}$ a los 400 Kms. de altura. En esta capa superior, algunas partículas del aire se descomponen en partículas atómicas, dejando en libertad iones y electrones; esto se debe a la acción de las radiaciones ultravioletas procedentes del sol, y es lo que origina las altas temperaturas.

Queda finalmente una zona superior que se llama **exosfera**. Se le sitúa generalmente por encima de 645 kms. y parece que llega hasta 3.058 Kms. sobre la superficie terrestre. Tenemos pocos datos sobre sus características, conocidas gracias a los satélites artificiales que nos suministraron datos sobre la existencia de vestigios gaseosos. Más allá se extiende el "vacío" espacial.



MOVIMIENTOS DEL AIRE

14.7 Los movimientos del aire.

La propiedad más notable de los gases es su movilidad, dado el estado libre de sus moléculas. En la atmósfera, la movilidad se manifiesta tanto en los vientos locales que se originan en

los cambios de temperatura entre zonas vecinas, como en los generales dominantes, que tienen origen en las fuerzas de gravedad, la rotación de la tierra y la temperatura de las altas zonas atmosféricas.

Llamamos viento al aire que se mueve; pero todo movimiento supone la acción de una energía que, en el caso de los **vientos dominantes**, se origina en el sol y se complementa con la rotación de la tierra y otros factores, como antes dijimos.

En meteorología, se dice que la estabilidad atmosférica, esto es, el equilibrio resultante del desplazamiento de masas de aire, depende de dos causas: la gravedad terrestre y la temperatura. Si eliminamos esta última, las distantes capas de aire se distribuyen concéntricamente, de acuerdo con los distintos campos de magnetismo originados en la tierra.

La atmósfera no es una capa que gira a la vez con la tierra, pues no está adherida a ella. Si sólo actuara la energía solar, el aire más fuertemente calentado en el ecuador, ascendería allí más rápidamente, y se propagaría en todas direcciones. Pero, como también interviene el movimiento de rotación de la tierra, la circulación del aire de las zonas calientes a las frías, sufre desviaciones hacia el Este y el Oeste.

No debemos olvidar, cómo al calentar un gas, hacemos que sus moléculas se separen unas de otras y, en consecuencia tratan de ocupar un mayor volumen a la vez que aumenta la presión. Como el aire caliente se dilata, se hace menos denso y tiende a ascender. El espacio libre que deja crea una **presión baja**, que tratará de ocupar el aire frío cuyas moléculas por hallarse más juntas y pesar más por igual volumen, crean una zona de **alta presión**. Cuando esto sucede, se produce una corriente de aire que llamamos viento, huracán o ciclón, según sea su velocidad o movimiento.

El rozamiento del aire con el suelo, puede ocasionar torbellinos que suelen alcanzar grandes alturas y afectar el movimiento de las nubes y los vientos. Esto se llama turbulencia.

14.8 Vientos dominantes y presiones.

Los vientos dominantes se originan en la franja ecuatorial, donde el aire caliente (aire tropical) se eleva sobre la línea del Ecuador y se dirige a los polos por convección.

Desde los polos el aire frío (aire ártico) se dirige, rozando la superficie terrestre, hacia el Ecuador, para ocupar el espacio que dejó libre el aire caliente al ascender.

En un lugar cercano a los polos, hacia los 40° - 50° de latitud norte y sur, se forma una zona de alta presión (aire polar), que se dirige hacia las zonas de baja presión cercanas al ecuador.

El intercambio de corrientes entre la zona ártica y los círculos polares, crea nuevas corrientes.

Finalmente, las masas de aire frías y calientes alcanzan a mezclarse y se equilibran durante una seis semanas, empezando de nuevo otro ciclo similar de vientos.

Como estos vientos se repiten periódicamente y conservan direcciones del mismo sentido en cada región del globo, se llaman **vientos dominantes**.

14.9 Corrientes de aire ascendentes y descendentes.

Ciertas corrientes locales son una consecuencia de aspectos geográficos. Se llaman "**nubes parásitas**" las corrientes de aire relativamente cálido y húmedo. En Colombia proceden del Pacífico (son los vientos del Valle), que al chocar contra las laderas de la Cordillera Occidental, ascienden formando capas de nubes sobre los montes.



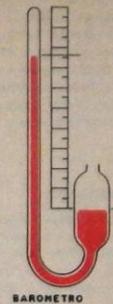
FRENTES CALIDO Y FRIO

Al traspasar la cumbre, el aire ya enfriado y denso, desciende (vientos de montaña) sobre los valles, creando turbulencias y nuevas diferencias que lo hacen ascender nuevamente.

Las características del clima, son en parte, consecuencia de estas corrientes ascendentes y descendentes y de las nubes que se forman al cambiar la temperatura de las zonas vecinas.

14.10 Barómetros.

Ya explicamos que el aire tiene peso y esto depende de la densidad del aire en un momento dado, lo cual se puede medir con un aparato que sea capaz de marcar el peso de una columna de aire de diámetro conocido. Este aparato que se utiliza para medir la presión atmosférica, es el **barómetro**.



BAROMETRO

En su forma más simple consiste en un tubo de vidrio de un centímetro de diámetro y un metro de longitud, cerrado por uno de sus extremos.

Al llenar con mercurio este tubo y colocarlo invertido en una cubeta, también llena con mercurio, vemos descender el nivel superior del mercurio en el tubo, hasta unos 76 cms. de altura sobre el nivel del mercurio de la cubeta. A esta columna de 76 cms. se la llama altura **barométrica normal al nivel del mar**.

La altura (76 cms.) de dicha columna disminuye a medida que el barómetro se coloque en un sitio a mayor altura sobre el nivel del mar. Esto se debe a la menor presión atmosférica. Así un barómetro puede usarse también para medir alturas como lo estableció por primera vez Pascal.

Ahora bien, en un mismo lugar la presión atmosférica varía, según el peso de la capa de aire. El aire muy húmedo, que es precursor de la lluvia, hará subir la columna de mercurio y lo contrario sucederá en días secos. No olvidemos que, aun cuando pueda usarse para prever los posibles cambios de tiempo, el **barómetro** es esencialmente un aparato para medir la presión atmosférica.

El barómetro descrito es el **barómetro de cubeta**. Otra forma como la de un simple tubo doblado en U con un pequeño flotador metálico sobre el nivel del mercurio, que transmite los cambios sobre una escala, se denomina **barómetro de cuadrante**.

Menos exactos, pero suficientes para efectos prácticos, son los **barómetros aneroides** que consisten en una caja herméticamente cerrada en cuyo interior se ha hecho el vacío. Las paredes delgadas de la caja se deforman según las variaciones de la presión atmosférica y hacen

mover una palanca que indica sobre una escala los equivalentes de la presión.

Si, en la palanca móvil, se dispone una pluma que marca una línea sobre un rollo de papel que corre sincronizado con un reloj, se obtiene un gráfico de los cambios de presión en función del tiempo. Estos aparatos se conocen como **barómetros registradores** o **barógrafos**.

14.11 Bombas Hidráulicas.

Son máquinas destinadas a elevar los líquidos; están compuestas por un cilindro en cuyo interior puede moverse un émbolo ajustado y disponen de un juego de válvulas que permiten, al cerrarse o abrirse, detener o dejar pasar el líquido.

Según los modelos se dividen en: **bombas aspirantes**, cuando elevan el líquido, gracias a la presión atmosférica; **bomba aspirante e impelente**, cuando en la primera fase aspira el líquido y una vez lleno el recipiente, una válvula cierra la entrada, a la vez que otra válvula se abre, y la presión ejercida por el émbolo obliga al líquido a salir por un tubo, hacia una mayor altura.

Otro modelo es conocido como **ariete hidráulico** o **bomba centrífuga**, en la cual la elevación del líquido se consigue, al hacer girar rápidamente una rueda de paletas dentro de una caja cilíndrica.

Cuando llenamos una jeringuilla para inyecciones, se utiliza la presión atmosférica, como en la bomba aspirante; pero una vez llena, si presionamos sobre el émbolo, hacemos salir el líquido, tal como en la **impelente**.

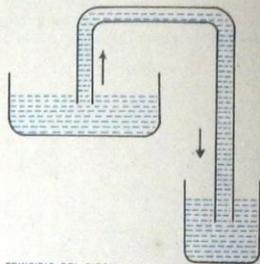
14.12 La pipeta.

En los laboratorios, para manejar pequeñas cantidades de líquido, se usa ordinariamente un simple tubo delgado, abierto por sus dos extremos, de tal suerte que, al ser introducido en un líquido, podemos llenarlo aspirando por la boca. Una vez lleno, cerramos el extremo superior con nuestro dedo y podemos sacar la pipeta del frasco para llevarnos el líquido con que se llenó el tubo, sin que se derrame. El líquido se mantiene en el interior por cuanto la presión atmosférica en el extremo abierto es superior al peso del líquido en la pipeta. Es suficiente quitar el dedo que cierra el extremo superior, para que el líquido salga; pues, en este momento, la presión atmosférica actúa por igual en ambas aberturas, y el líquido cae por virtud de la gravedad.

14.13 El sifón.

La necesidad de pasar un líquido de un recipiente a otro que está más bajo que él, gracias a la **presión atmosférica** dio origen al sifón.

Se opera en la forma siguiente: comencemos por llenar el tubo o manguera con el líquido, obturando ambos extremos y dejemos que el extremo superior quede sumergido en el recipiente más alto, mientras el otro extremo del tubo se halla **más bajo** que el nivel del líquido del recipiente. Entonces introducimos éste en el bajo, y tenemos así una columna de agua (dentro del tubo) que es más pesada que la de la rama superior dentro del recipiente, lo que establece una corriente que hace descender el líquido, porque se suma el peso de la columna a la presión atmosférica.



PRINCIPIO DEL SIFÓN

14.14 Bombas de inflar.

Como los gases son compresibles, si tenemos un tubo en cuyo interior pueda correr un émbolo o pistón ajustado, lograremos producir una presión sobre el aire contenido al empujar el émbolo, comprimiendo sus moléculas.

Si disponemos una válvula que permita la entrada de aire, que se cierre cuando empujamos el émbolo, el aire del interior sometido a presión, tratará de salir por el extremo libre. Es una **bomba impelente** de gases.

Una de las formas más simples es la bomba para inflar los neumáticos de las llantas. Naturalmente para que el aire que hicimos entrar en el neumático no escape, necesitaremos que en él haya una pequeña válvula que se cierre herméticamente por dentro, debido a la misma presión del interior del neumático.

14.15 Manómetros.

Son instrumentos mecánicos para medir presiones, y que emplean como elemento sensible

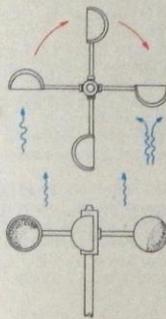
un tubo metálico aplanado, curvado o torcido. Tienen un extremo cerrado y la presión que quiere medirse se aplica por el otro extremo. Cuando la presión aumenta, el tubo tiende a adquirir una sección circular y a enderezarse. El movimiento del extremo cerrado y libre mide la presión interior.

El modelo más usado es el manómetro Bourdon, nombre de su inventor.

14.16 Anemómetros.

Son los instrumentos que miden la velocidad del aire, o sea la magnitud del viento. El más común es el **anemómetro de Robinson**, formado por cuatro medias esferas vacías (cazoletas), montadas sobre un eje vertical.

Como la parte convexa de la cazoleta ofrece menos resistencia al aire que la parte cóncava, se produce el giro sobre el eje, lo que permite medir el número de vueltas en un tiempo dado y se leen las vueltas registradas. La diferencia entre una lectura y la anterior, da el recorrido total del viento entre las horas intermedias.



ANEMOMETRO

Los **anemómetros de cazoletas** sólo miden la velocidad horizontal del viento, pero no su dirección, pues, siempre giran en el mismo sentido.

Cuando se quiere conocer la dirección y la velocidad del viento, se utilizan **anemómetros de paletas**, que consisten en un cilindro en cuyo

interior se hallan unas aspas (como las de un ventilador), que giran por la acción del viento, pero todo el cilindro, a su vez, puede girar para colocarse en la misma dirección de la corriente de aire. Es una combinación de anemómetro y veleta que ha llegado a diseñarse muy compleja para obtener datos exactos.

Para conocer la dirección del aire, se utilizó desde la antigüedad la **veleta**, o simplemente se recurrió a la observación de una tira de trapo sostenida como una bandera. En las pistas para aviones se usa un embudo de tela, la manga catavientos, que gira según la dirección del viento y permite una visión aproximada y rápida del viento reinante.

14.17 El aire y la vida.

Una característica de todos los seres vivos que habitan la biosfera, es la **respiración**. Esto quiere decir que, tanto los peces del mar que toman el **oxígeno** disuelto en el agua, a través de las branquias (agallas), como los animales terrestres y las plantas que lo toman del aire de muy diversa manera, necesitan de este elemento vital.

El oxígeno es el comburente por excelencia, o sea, la sustancia sin cuya presencia no puede ocurrir ninguna combustión (acto de quemar algo) y como la energía que necesitan para la vida los animales y las plantas se origina en una oxidación (combustión) de los alimentos, el aire es indispensable para vivir.

Algunos seres vivos, como las semillas por ejemplo, parecen no necesitar oxígeno, pero cuando éstas comienzan a germinar es porque, gracias a un cierto grado de calor y humedad, han logrado comenzar procesos de oxidación en los que la semilla respira oxígeno del aire.

Las plantas respiran como todos, los seres vivos, día y noche, mientras que durante el día, con la energía solar, fabrican glucosa y expelen oxígeno al aire.

Los animales aparecieron sobre la tierra cuando ya había bastante oxígeno en el aire, y cuando ya las plantas habían almacenado suficiente alimento para ellos. Por esto, las plantas se llaman **productores de alimento**, mientras que los animales se llaman **consumidores**.

Palabras nuevas:

Argón	Xenón	Salitre	Ionosfera
Neón	Hidrocarburo	Cosmos	Exosfera
Helio	Acetileno	Troposfera	Turbulencia
Ozono	Polen	Estratosfera	Convección
Criptón	Esporas	Ozonosfera	Glucosa

RETENGAMOS LO ESENCIAL DEL TEMA

1. Llamamos **atmósfera** a la capa de aire que rodea a la tierra, y sin la cual no sería posible la vida, pues ella:

a. Contiene el **oxígeno** necesario para la respiración y el fuego.

b. Detiene los aerolitos y mantiene el **calor terrestre**.

c. **Filtra** las radiaciones de origen solar que son peligrosas.

d. Sirve de escenario para los fenómenos meteorológicos, tales como la formación de nubes y vientos que determinan las lluvias y sostienen el ciclo biológico del agua.

2. El **aire** es una mezcla de gases diversos: nitrógeno, oxígeno, ozono, helio, argón, neón, criptón, xenón y una pequeña cantidad de hidrógeno. Según su altura la densidad del aire va modificándose, con separación cada vez mayor de las moléculas que lo forman; por lo cual a grandes alturas se dice que la atmósfera se halla **enrarecida**, esto es que contiene unos pocos átomos por kilómetro cúbico.

3. Por razones de su composición y de los fenómenos que en ellas ocurren, la atmósfera se **divide en capas**: troposfera, estratosfera, ozonosfera, ionosfera y exosfera. La actual composición es el resultado de un proceso evolutivo que comenzó en una mezcla de hidrógeno y

helio y a través de millones de años se fue adicionando, gracias a la acción de las plantas, del oxígeno, y otros gases que se han ido formando por acción de diversas fuerzas. Inclusive, hoy podemos afirmar que el hombre ha intervenido al lanzar a la atmósfera ingentes cantidades de residuos industriales gaseosos y radioactivos que la han contaminado.

4. Esta **contaminación atmosférica** está determinando un grave perjuicio para la vida terrestre ya que los gases tóxicos están aumentando, mientras que el oxígeno se reduce proporcionalmente. De esta manera el proceso respiratorio se ve afectado en plantas y animales con consecuencias que son de prever para la misma vida humana. Es básico recordar que, desde el proceso germinativo de la semilla hasta el metabolismo de los seres superiores, es necesaria una determinada cantidad de oxígeno. El hombre moderno debe esforzarse por corregir esta situación.

5. La presión de la masa del aire que rodea a la Tierra recibe el nombre de **presión atmosférica** y se utilizan diversos aparatos para medirla, así como también se aprovecha para fines prácticos. Recordemos que la presión atmosférica siempre actúa igual en todas las situaciones.

TRABAJOS PRACTICOS

Para la observación de diferentes manifestaciones atmosféricas te sugerimos las siguientes actividades:

Experiencia 1.

Para observar la dirección cambiante de los vientos, toma una lámina metálica plana (lata) recorta un triángulo en forma de flecha y busca su centro de gravedad; en éste pega un alambre o una puntilla bastante larga sobre una de las caras de la flecha (puedes usar cinta pegante o un pegante como el poximas).

En el extremo de un palo abre un hueco con un diámetro ligeramente mayor al de tu puntilla y llénalo con grasa. Coloca ahora tu veleta y comprueba que puede girar fácilmente.

Clava o sujeta verticalmente el palo con la veleta encima, en un lugar donde el viento corra libremente.

El viento hará girar la veleta y su punta aguda indicará la dirección de donde procede el viento. Si comparas con una brújula el ángulo entre el norte y el que señala la flecha de la veleta, podrás establecer la dirección de donde procede el viento. Si durante un año anotas todas estas direcciones, podrás establecer la procedencia de los vientos dominantes en tu región.

Experiencia 2.

Tú puedes construir un **anemómetro de Robinson**: consigue en el mercado cuatro tazas de

aluminio de forma semiesférica, también te servirían cuatro medias esferas de plástico como las que obtienes al cortar por la mitad una bola de ping-pong. Gracias a unos agujeros podrás atravesar estas medias esferas a fin de que queden cada una en uno de los extremos de una varilla. Toma un corcho grande o un taco de madera perforado en su centro, clava en posición perpendicular las varillas en cuyos extremos están las medias esferas.

Procura que todas las partes huecas queden en la misma dirección. Sobre un palo en cuyo extremo has clavado una puntilla de diámetro ligeramente menor que el hueco del corcho o del taco de madera, coloca ésta y comprueba que gira fácilmente.

Instala tu anemómetro en un lugar fácilmente venteado y observa que gira con más o menos velocidad según los vientos sean más o menos fuertes.

Experiencia 3.

Consigue un frasco de boca ligeramente más estrecha que un huevo y comprueba que éste no caiga adentro. Cocina el huevo en agua y descáscalo. Vierte un poquito de alcohol dentro del frasco, incéndialo y tapa enseguida con el huevo cocido la boca del frasco.

Observarás que el huevo empieza a entrar hasta caer al fondo. Ello se debe a que al consumirse el oxígeno en el interior del frasco se produce un vacío y la presión atmosférica empuja al huevo hasta hacerlo penetrar.

LOS MATERIALES DE LA VIDA

15.1 Los elementos.

Ya sea que intentemos comprender el Universo, que observemos nuestra tierra, o que tratemos de investigar el mundo de lo infinitamente pequeño, siempre nos encontraremos con una reducida cantidad de elementos.

De nuevo es necesario repetir, que un **elemento** es aquella sustancia que no es posible descomponer, en otras más simples, mediante procedimientos químicos.

Actualmente conocemos los elementos. Esto no significa que en el futuro no se puedan producir artificialmente otros nuevos.

Al comenzar la Segunda Guerra Mundial, sólo se disponía de unos miligramos de plutonio, mientras hoy se almacena por toneladas. Los físicos creen que será posible crear elementos nuevos que tal vez ni existen en el Universo.

De todas formas, no sabemos cuántos elementos pueden existir en el Universo; sospechamos que algunos elementos radioactivos pueden haberse desintegrado desde hace millones de años, así como actualmente están desapareciendo algunos que todavía encontramos y conocemos.

15.2 Los elementos y las cosas.

A nuestro alrededor vemos ininidad de objetos y cosas diferentes. Entre el vidrio de la ventana, la madera de la mesa, el papel, el lápiz, el agua en un vaso, nuestra sortija, el vestido y nuestro mismo cuerpo, con su piel, los cabellos, los dientes, los músculos, nos parecen como miles de **sustancias diferentes**.

Pero por diferentes que pueden parecer la ininidad de cosas que nos rodean, **todas** están compuestas de unos pocos **elementos**. Total 105, de los cuales 11 son gaseosos, 2 líquidos y 92 sólidos en su estado natural.

15.3 Los elementos y nuestro cuerpo.

Si analizamos los elementos que constituyen el cuerpo humano, vemos que el oxígeno, carbono, hidrógeno y nitrógeno, constituyen el 96% de nuestro peso total. Encontraríamos además 2% de calcio y el 1% de fósforo. El resto, o sea otro 1% sería hierro, azufre, cloro, potasio, sodio y algunos indicios de otros elementos metálicos, como magnesio, yodo y cobalto.

15.4 Los materiales de la vida: el Hidrógeno.

El hidrógeno es el primer elemento químico del sistema periódico.

El símbolo del átomo de hidrógeno es H, y consta de un núcleo con unidad de carga positiva y un solo electrón que gira a su alrededor. Le corresponde el número atómico 1 y un peso atómico de 1.008. En condiciones normales es un gas incoloro, inodoro e insípido. Compuesto de moléculas formadas por dos átomos, lo que se representa con el símbolo H_2 .

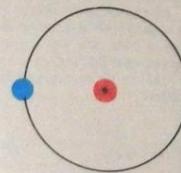
El hidrógeno se encuentra distribuido en todo el Universo, es el principal constituyente del agua y de la materia orgánica.

Estado Natural. En estado libre se encuentra en cantidad muy pequeña. Sólo una parte por millón en la atmósfera. Algunos volcanes emanan hidrógeno. En pequeñas cantidades aparece en yacimientos petrolíferos y minas de carbón. Puede formarse como un producto de la descomposición de la materia orgánica.

En combinación con otros elementos ocupa el noveno lugar en orden de abundancia. En la corteza terrestre un 13,5% son átomos de hidrógeno. Sólo el oxígeno y el silicio son más abundantes. La mayor porción de este hidrógeno forma parte del agua del mar. Los minerales que conocemos como **hidratos** y los **hidrocarburos** como el petróleo, junto con los organismos vivos contienen átomos de hidrógeno.

Se calcula que el hidrógeno forma aproximadamente el 90% de los átomos del universo.

El sol y los astros irradian energía termonuclear originada en la **fusión** de los núcleos de hidrógeno, pues a elevadas temperaturas los núcleos de dos átomos se **unen por fusión**, desprendiendo inmensas cantidades de energía.



HIDROGENO

15.5 Propiedades del Hidrógeno.

Propiedades físicas.

Es la sustancia más ligera (menos pesada) que se conoce y tiene una flotabilidad (empuje) en el aire más alta que cualquier otro gas. Esto hizo que se le utilizase en los zeppelines, pero dada su facilidad para inflamarse, se le sustituyó por helio que es inerte.

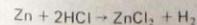
Propiedades químicas.

A temperatura ordinaria el hidrógeno es poco reactivo, en cambio a altas temperaturas, sí es muy reactivo.

Con el oxígeno, además del agua, H_2O , puede producirse el peróxido de hidrógeno o agua oxigenada, cuya fórmula es H_2O_2 .

15.6 Obtención del Hidrógeno.

Para preparar el hidrógeno como gas, se emplean un gran número de métodos que se fundan en las reacciones de algunos metales con ácidos. El sistema más común es la reacción del zinc con ácido clorhídrico diluido. Es fácil prepararlo en el aula. La reacción es:



También podemos obtenerlo por **electrólisis** del agua.

15.7 Aplicaciones del Hidrógeno.

La mayoría del hidrógeno producido se emplea en las síntesis del amoníaco que es un compuesto de nitrógeno e hidrógeno, NH_3 , el cual se produce en enormes cantidades para la industria y la agricultura, fertilizantes, medicamentos, plásticos y colorantes.

También se utilizan grandes cantidades de hidrógeno para transformar aceites vegetales en grasas sólidas.

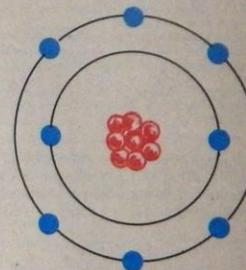
El hidrógeno se utiliza en los sopletes para obtener las altas temperaturas necesarias para soldar o cortar metales.

15.8 El Oxígeno.

Es otro elemento químico gaseoso. Su símbolo es O, su **número atómico 8**, y su **peso atómico 16**. Expliquemos qué significa lo anterior. El número atómico 8, es igual al número de protones en el núcleo.

El peso atómico, es el que se obtiene al comparar el de un elemento dado con el de un átomo de carbono, que se fija como 12 y se toma como unidad.

El oxígeno es de gran importancia por su carácter de elemento esencial, tanto en los procesos de respiración de la mayoría de las células vivas, como en los procesos de combustión.



OXIGENO

Estado Natural.

Es el elemento más abundante en la corteza terrestre, aproximadamente un quinto de volumen del aire es oxígeno. Si incluimos los océanos y sus combinaciones en los silicatos y óxidos minerales, el 45% del peso de la corteza terrestre corresponde al oxígeno. Hasta 65 kilómetros sobre la superficie terrestre hay una

concentración constante de 21% de oxígeno. En el aire el oxígeno se presenta en moléculas diatómicas, constituidas por dos átomos de oxígeno, (O_2).

En los procesos de oxidación, combustión y respiración se consumen grandes cantidades de oxígeno del aire; no obstante la concentración de oxígeno prácticamente permanece constante, ya que se recupera con el oxígeno formado en el proceso de fotosíntesis, mediante el cual, las plantas verdes producen hidratos de carbono, partiendo de anhídrido carbónico y agua.

15.9 Propiedades del Oxígeno.

Propiedades físicas.

En condiciones normales el oxígeno es un gas incoloro, inodoro e insípido. Se condensa como un líquido azul pálido.

Propiedades químicas.

Con excepción de los llamados gases nobles, prácticamente todos los elementos químicos forman compuestos con el oxígeno; en la forma más sencilla, cuando un elemento se calienta en una atmósfera de oxígeno, forma un óxido.

La mayor parte de las rocas y suelos son silicatos, combinaciones de sílice cuya fórmula es SiO_2 principal componente de la arena.

El oxígeno combinado con carbono y el calcio, o sea formando carbonato cálcico, da origen a las rocas calizas y los mármoles; en forma de sulfato cálcico se presenta como el yeso, como óxido de aluminio, es el mineral llamado bauxita, y como óxido de hierro, el mineral que se utiliza en los altos hornos para obtener el hierro común.

La principal fuente de energía para el hombre, (aparte del sol) es la combustión en el aire, de productos como el carbón, el petróleo, el gas natural o la madera.

15.10 Aplicaciones del oxígeno.

La industria consume gran cantidad de oxígeno en todos aquellos procesos que requieren una alta combustión, como es el caso de los altos hornos y la industria de acero. También se emplea en los sopletes destinados a cortar metales o en la soldadura. Junto con el hidrógeno se utiliza en los sopletes oxihídricos.

En medicina tiene amplio uso en las enfermedades del corazón y de las vías respiratorias. Se usa en los vuelos a gran altura, y como atmósfera interior en las cabinas espaciales de los astronautas americanos.

En la mayoría de sus aplicaciones se emplea el oxígeno en estado gaseoso, pero para facilitar su transporte y almacenamiento se procede a su licuefacción.

En estado líquido se utiliza como combustible para los cohetes espaciales.

15.11 Obtención del oxígeno.

En gran escala se obtiene por destilación del aire líquido. En menor cantidad por electrólisis del agua. En el aula o el laboratorio del colegio, se acostumbra a obtenerlo calentando clorato potásico, a veces con adición de una pequeña cantidad de bióxido de manganeso, que actúa como catalizador.

15.12 Oxígeno y vida.

Al igual que el motor de un automóvil necesita combustible para funcionar, los organismos vivos necesitan quemar en su interior los alimentos. Lo consiguen con la ayuda del oxígeno que toman del exterior al respirar, y convierten así alimentos en energía.

Nuestros músculos trabajan "quemando" azúcares, o sea combinándolos con el oxígeno que, gracias a los pulmones, pasa a la sangre que lo distribuye por todo el cuerpo.

Las unidades vivas más simples son las células, casi todas ellas necesitan oxígeno, agua y sustancias alimenticias, tanto para crecer como para disponer de energía.

El elemento básico de la vida es el carbono C, cuyos átomos se unen fácilmente con el hidrógeno H, el oxígeno O, y el nitrógeno N, construyendo grandes moléculas formadas por cadenas de diverso número de carbonos, asociados en posiciones características.

Las sustancias vivas contienen de un 70 hasta un 90% de agua (H_2O); pues los alimentos sean sólidos, líquidos o gaseosos, deben estar disueltos en agua para poder penetrar en las células.

Casi todas las células necesitan de oxígeno para vivir; las células vegetales necesitan además anhídrido carbónico (CO_2).

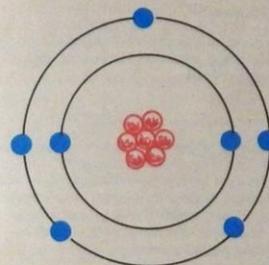
15.13 El Nitrógeno (N).

Otro elemento químico gaseoso en condiciones normales es el nitrógeno; su símbolo es N, su número atómico 7, (esto es un núcleo con protones a cuyo alrededor giran 7 electrones) y cuyo peso atómico es 14.008.

Estado Natural.

Las moléculas de nitrógeno son el principal componente de la atmósfera pues equivale al 78% de su volumen total.

La concentración del nitrógeno en la atmósfera, resulta del equilibrio entre la fijación del nitrógeno de la atmósfera por la acción de ciertas bacterias y su liberación durante la descomposición de la materia orgánica ya sea por combustión o de nuevo por la acción de las bacterias. Las descargas eléctricas, como los relámpagos, también actúan en la fijación del nitrógeno.



NITROGENO

15.14 Propiedades del Nitrógeno.

Propiedades físicas.

En condiciones normales de temperatura y presión, el nitrógeno tiene una densidad de 1,25. Su molécula es diatómica (N_2) y las fuerzas entre los átomos de esta molécula N_2 , son muy altas, lo que significa que es muy estable. Por esta razón se utiliza para llenar las lámparas eléctricas incandescentes.

Propiedades químicas.

El nitrógeno elemental es completamente inactivo a temperaturas ordinarias; al elevar la temperatura el N_2 (molecular) reacciona formando nitruros.

Al combinarse con el oxígeno forma óxido nitroso N_2O llamado también "gas hilarante", pues, al ser respirado excita la risa; se utiliza como anestésico en cirugía.

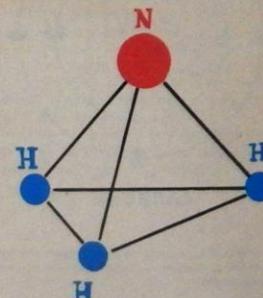
15.15 Obtención del nitrógeno.

Los métodos para obtener el nitrógeno más comunes son dos: uno, consiste en separarlo de la atmósfera, lo que se consigue destilando el aire líquido; el otro sistema consiste en descomponer compuestos nitrogenados.

15.16 Aplicaciones del nitrógeno.

Los compuestos del nitrógeno tienen gran importancia para la agricultura ya que es esencial en la preparación de fertilizantes.

La industria química consume grandes cantidades en la forma de amoníaco, también para la fabricación de explosivos, y en la producción de ácido nítrico.



MOLECULA DE AMONIACO

15.14 Propiedades del Nitrógeno.

15.17 El amoníaco.

Es el compuesto más conocido de los elementos nitrógeno e hidrógeno. Su fórmula es NH_3 . Se produce en enormes cantidades, pues la industria lo utiliza para obtener ácido nítrico y sales amoniacales, así como para la síntesis de centenares de compuestos orgánicos; además de la gran importancia que el amoníaco anhídrido y las sales amónicas tienen como fertilizantes.

El amoníaco líquido es un disolvente con propiedades intermedias entre el agua y el alcohol.

15.18 Acido Nítrico.

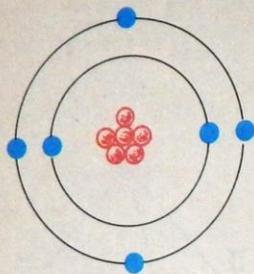
Su fórmula NO_3H indica que es una combinación de nitrógeno, oxígeno, e hidrógeno. Es un ácido mineral fuerte, que se presenta como un líquido incoloro, que da humos en el aire.

Se usa en la fabricación de fertilizantes, plásticos, esmaltes y tintes. Es un oxidante fuerte que al actuar con el azufre, produce ácido sulfúrico y con el fósforo, ácido fosfórico. Ataca a la mayoría de los metales.

15.19 El carbono.

Elemento químico de símbolo C, con número atómico 6 y peso atómico 12,01. Las características del carbono son únicas, debido a que

forma un número de compuestos, muy superior a la suma de los constituidos por todos los otros elementos juntos.



CARBONO

Los compuestos de carbono e hidrógeno son tantos y tan complejos que para su estudio se ha elaborado la **Química Orgánica**.

La química de la vida, estudia más de dos millones de compuestos del carbono y día tras día aparecen y se producen nuevos compuestos orgánicos. El carbono, a veces, puede comportarse como un metal y otras como un no metal, de ahí deriva su posibilidad de combinarse en las formas más distintas.

15.20 Estado natural.

Se calcula que el carbono forma el 0.032% de la corteza terrestre. El carbono libre se encuentra en grandes depósitos de carbón, en su mayoría formados durante el período Carbonífero. Estos carbonos son compuestos complejos de carbono-hidrógeno-nitrógeno.

El carbono puro y cristalino se encuentra en forma de grafito y en menor cantidad como diamantes. Los diamantes, fundamentalmente no son diferentes del grafito de un lápiz. La diferencia reside únicamente en la forma como se disponen los átomos. Mientras en el diamante cada átomo está ligado a otros cuatro, dentro de una estructura de tres dimensiones, en el grafito los átomos forman capas planas (dos dimensiones), que, a manera de hojas superpuestas, descansan unas encima de otras.

15.21 Propiedades físicas y químicas del carbono.

Acabamos de señalar las dos formas cristalinas del carbono: añadamos que las otras formas del

diamante y el grafito no son definibles como cristalográficas, es el caso del carbón vegetal, el coque y el negro de humo.

Las propiedades físicas y químicas del carbono dependen de su estructura cristalina. Es un elemento relativamente inerte, no es soluble en agua, ni en bases y disolventes orgánicos.

A altas temperaturas se combina con el oxígeno, dando monóxido de carbono, (Co) o anhídrido carbónico (CO₂).

15.22 Obtención.

El carbono químicamente puro se obtiene por descomposición térmica del azúcar (sacarosa) en ausencia del aire.

15.23 Anhídrido carbónico CO₂.

Propiamente debería denominarse **dióxido de carbono**. Es un gas inodoro e insípido.

La oxidación lenta o descomposición de todas las sustancias orgánicas, proporciona anhídrido carbónico. Igual sucede en el proceso respiratorio de todos los animales y del hombre que toman oxígeno del aire o agua y expelen CO₂.

Existen manantiales de CO₂, y, también se presenta en las emanaciones gaseosas de algunos volcanes de Italia (Islas Lipari, Sicilia), Colombia (Puracé), España (Teide).

El anhídrido carbónico, tiene un gran número de aplicaciones. En su estado sólido (hielo seco), es mejor refrigerante que el hielo; su temperatura es más baja y es más cómodo ya que se transforma en gas.

El anhídrido carbónico líquido, se utiliza como extinguidor de incendios debido al efecto aislante de la capa de gas inerte, ya que hace descender la temperatura por debajo del punto de ignición.

El mayor mercado para el anhídrido carbónico, es el de fabricación de bebidas carbónicas (comúnmente gaseosas).

15.24 Ciclo biológico.

Se denomina así al proceso por el cual un elemento o un compuesto mineral es tomado del ambiente por un ser vivo, aprovechado para el metabolismo y vuelto al estado natural en forma de elemento, gracias a la **descomposición de la materia orgánica**, mediante la putrefacción. El paso final es la **mineralización** de la sustancia, o sea, la separación de los diversos compuestos, hasta llegar a cada uno de los elementos químicos que la formaban.

15.25 Ciclo biológico del oxígeno.

Es tomado del aire por los animales terrestres y, disuelto en el agua, es absorbido por los acuáticos. Las plantas lo toman también del aire a través de unos agujeritos en las hojas, llamados estomas.

Todos los seres vivos lo utilizan para "quemar" las sustancias alimenticias con producción de energía, y lo devuelven a la atmósfera combinado con C, en forma de anhídrido carbónico (CO₂).

15.26 Ciclo biológico del carbono.

Ya hemos visto la parte del proceso que corresponde a la fase vital en el ciclo del oxígeno. Basta ahora decir que, al descomponerse la materia orgánica, el carbono se mineraliza por la acción de las bacterias durante la putrefacción y se combina con el oxígeno y ciertos metales para formar **carbonatos** de los cuales son solubles el de sodio, el de potasio y el de amonio y son absorbidos por las plantas a través de las raíces, entrando así en el ciclo biológico por la alimentación, para formar las sustancias que constituyen los tejidos, tanto vegetales como animales; repitiéndose el proceso a la muerte de éstos.

15.27 Ciclo biológico del nitrógeno.

Las plantas no absorben el nitrógeno atmosférico como tampoco los animales. El proceso se hace a través de las raíces de algunas plantas que tienen **nódulos**, donde se albergan bacterias llamadas **nitrificantes**, pues tienen la facultad de convertir el nitrógeno del aire en **nitritos**. Estas sales nitrogenadas son absorbidas por la planta que la aprovecha para constituir **proteínas** (compuestos de N,C,H y O), y éstas son, a su vez, consumidas por los animales herbívoros que tienen la capacidad de convertir las proteínas vegetales en proteínas animales.

La putrefacción que sigue a la muerte de las plantas y animales, libera el Nitrógeno en parte hacia la atmósfera y en parte al convertirse en amoníaco y sales nitrogenadas; luego, es nuevamente utilizado por los vegetales.

En realidad el proceso es más complejo; pero en resumen, este ciclo se ajusta a los pasos fundamentales que interesan por ahora.

Palabras nuevas:

Sistema periódico	Número atómico	Bauxita	Absorción
Reactivo	Peso atómico	Catalizador	Estomas
Diatómica	Silicatos	Nitruros	Nódulos
Hidruros			

RETENGAMOS LO ESENCIAL DEL TEMA

1. Todas las cosas que existen, desde las más pesadas y sólidas hasta las más livianas y gaseosas están formadas por átomos de elementos. Se conocen 105 elementos.

2. Aunque las cosas nos parecen muy diferentes la realidad es que, en todas solamente existe la combinación de pocos elementos. Nuestro propio cuerpo, tan completo como es, está constituido en un 96% de solo cuatro elementos: oxígeno, carbono, hidrógeno y nitrógeno. Un 2% es calcio y 1% fósforo, o sea que solamente el 1% está repartido en los indicios de otros cuantos.

3. El **hidrógeno** forma aproximadamente el 90% de los átomos del Universo. Es un gas incoloro, inodoro e insípido; la materia más ligera que existe y su fusión nuclear es el origen de la energía del Sol y de los astros. Se utiliza en la industria para conseguir altas temperaturas y en la producción de amoníaco como base para fabricar fertilizantes.

4. El **oxígeno** en peso constituye el 45% de la corteza terrestre y en la atmósfera del 21% pero, comparado con el H, es relativamente escaso. Es un gas incoloro, inodoro e insípido, el comburente por excelencia sin el cual sería imposible la vida. La industria lo consume en grandes cantidades como comburente en altos hornos, soldadura, etc., donde su poder oxidante es aprovechado al máximo.

5. El **nitrógeno** equivale al 78% del volumen total de la atmósfera y se halla combinado en muchos minerales y en los seres vivos, de los cuales se libera al descomponerse la materia orgánica. Es un gas incoloro, inodoro e insípido, cuya molécula es diatómica y presenta afinidad magnética. Se emplea en la industria como gas casi inerte y en preparación de fertilizantes, explosivos y ácido nítrico; junto al amoníaco son compuestos de gran importancia para el desarrollo económico.

6. El **carbono** se presenta en formas muy variadas, desde el diamante hasta la turba y su estudio. Presente en toda molécula orgánica es el elemento clave de las reacciones vitales y su óxido (CO_2) interviene en la fotosíntesis, de donde sale la energía que utilizamos los seres vivos. En el carbono y sus diversos compuestos está almacenada la energía solar desde hace

TRABAJOS PRACTICOS

Todos los seres vivos están formados por átomos y moléculas al igual de toda materia existente en el universo. Pero los seres vivientes no necesitan de todos los elementos que existen y por eso nos interesa estudiar más aquellos que son vitales para ellos.

Experiencia 1.

Coloca una planta bajo un frasco grande invertido y obsérvala durante unos días. Verás que va mustiéndose y acaba por morir. Ello se debe a la falta de oxígeno.

Si repites el experimento con plantas diferentes, podrás observar que unas resisten más que otras. Anota tus observaciones, como el tamaño, la especie, el tiempo transcurrido y cuantos detalles seas capaz de describir.

Experiencia 2.

Escribe sobre un papel, con jugo de limón. Déjalo secar. No se verá nada. Acerca el papel a la llama de una vela y verás ir apareciendo la escritura que hiciste. Porque el calor ha carbonizado el ácido cítrico del limón y el carbón te hará ver en color negro lo escrito. Esta combustión es lo que se llama una oxidación, lo que es común a todas las combustiones.

El color negro se debe al carbono que forma parte del ácido cítrico y de otros compuestos que forman, a su vez, el jugo del limón y el fruto mismo. La siguiente experimentación es otra comprobación similar.

Experiencia 3.

Si dejas caer unas gotas de ácido sulfúrico sobre un poco de azúcar puesta en un plato de loza, verás cómo se quema el azúcar sin necesidad de fuego y se pone negra. Precisamente, esto mismo te ocurriría en tu piel si dejas que el ácido sulfúrico ataque las sustancias orgánicas que la forman. **NO PERMITAS QUE TUS HERMANOS MENORES SE ACERQUEN AL ACIDO SULFURICO.**

106

millones de años. El ciclo biológico del carbono es el más importante de todos y se liga íntimamente con el del oxígeno.

7. Ciclo biológico es el proceso que sigue toda materia inorgánica para ser incorporada al organismo vivo y volver a su estado original cuando se descompone la materia orgánica después de la muerte.

Puedes comprobar también cómo el oxígeno es necesario para las combustiones y por ello para la vida, si haces el siguiente ensayo que además te demostrará cómo el gas carbónico (CO_2) es impropio para la respiración.

Experiencia 4.

Procúrate un pedazo de mármol y compra en la farmacia ácido clorhídrico (también se conoce como muriático), con el cual tendrás el mismo cuidado que con cualquier otro ácido, evitando respirar los vapores de ellos. Deja caer unas gotas del ácido sobre el mármol y verás las burbujas que se forman.

Como el mármol es un carbonato de calcio, el ácido lo ataca con producción de anhídrido carbónico. Si acercas un fósforo encendido a las burbujas se te apagará inmediatamente.

Por esto el gas carbónico lo expelimos del cuerpo, por la espiración, como puedes comprobarlo en la experiencia siguiente:

Experiencia 5.

Toma un poco de cal con la que pintan las paredes y échala en agua. Se ha producido una reacción química porque la cal que es un óxido de calcio se ha convertido en un hidróxido de calcio (o sea, un óxido con agua) y el vaso se calienta. Esto es lo que se llama una reacción exotérmica o sea que produce calor.

Si filtras esta agua de cal y por un pitillo soplas sobre ella, verás que se enturbia, se pone como nebulosa y al dejarla quieta, se deposita en el fondo un polvo blanco: es carbonato de calcio que se formó gracias al anhídrido carbónico de tu respiración que echaste por el pitillo.

Observación. El nitrógeno puede descubrirse simplemente reconociéndolo por el olor amoniacal que se desprende de los baños de uso colectivo donde, al menor descuido en la limpieza, hace chocante su olor.

UNIDAD 16

OTROS MATERIALES DE LA VIDA

FOSFORO - SODIO - POTASIO - CALCIO - HIERRO - AZUFRE - CLORO - MAGNESIO - COBRE - ALUMINIO

16.1 Elementos ligados a la vida.

En la Unidad anterior, se presentaron los materiales básicos de la Vida: el hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y carbono. Muy superficialmente señalamos cómo las moléculas orgánicas, si bien sólo disponen de átomos de los cuatro elementos anteriores, los estructuran en moléculas compuestas con centenares y millones de átomos, que tienen una complejidad increíble.

16.2 Otros materiales de la vida.

El trabajo que realiza la vida, puede dividirse en tres grandes direcciones: 1. **Trabajo mecánico** que supone el movimiento observable desde los seres unicelulares hasta el hombre, igual al que se presenta cuando una raíz va penetrando en el suelo. 2. **Trabajo químico**, gracias al cual se fabrican nuevas moléculas a partir de otras más simples. 3. **Trabajo osmótico**, que, por el momento, podemos imaginar como aquel que permite obtener la energía calórica de un combustible o alimento externo.

No obstante la decisiva importancia del hidrógeno, el oxígeno, el nitrógeno y el carbono, la máquina de la vida necesita pequeñas cantidades de otras sustancias, a veces muy complejas como las **vitaminas** y otras tan simples como los **elementos químicos**.

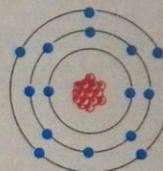
Así, la vida requiere **fósforo**, (P), **azufre** (S), **calcio** (Ca), **magnesio** (Mg), **potasio** (K), **sodio** (Na), **cloro** (Cl) y en ínfimas cantidades otros siete u ocho elementos, cuya importancia puede parecer muy secundaria.

Sabemos, por ejemplo, que el color rojizo del pelo se debe a pequeñas cantidades de **molibdeno** (Mo), que el color castaño se debe al **cobre** (Cu), al **cobalto** (Co) y al **hierro** (Fe), mientras los cabellos grises y blancos contienen **níquel** (Ni).

16.3 El Fósforo (P)

Su número atómico es 15, su símbolo P y su peso atómico 30,0.

En todas las formas de la vida los fosfatos desempeñan un papel esencial en los procesos de transformación de energía, como en la **fotosíntesis** de las plantas, en el **metabolismo**, las funciones nerviosas y las acciones musculares.



FOSFORO

16.4 Estado natural del fósforo.

Se conocen unos 200 minerales fosfatados, pero solamente uno, el apatito, tiene uso comercial. El apatito se encuentra en enormes depósitos que se formaron durante la era secundaria, cuando en el fondo de los mares prehistóricos se acumularon grandes cantidades de huesos de animales y también los excrementos de aves marinas.

Las rocas de fosfato (apatita) se tratan con ácido sulfúrico para obtener ácido fosfórico.

16.5 Química del fósforo.

El fósforo se presenta en tres formas principales: blanca, roja y más raramente, negra. El fósforo blanco es muy inestable; por efecto de la luz, toma primero un color amarillo y finalmente rojo.

107

En la mayoría de sus compuestos, el fósforo se presenta como una molécula de cuatro átomos, estructura a la que se llama **fósforo blanco**.

El **fósforo negro**, tiene sus átomos enlazados sin interrupción formando planos ondulados muy extensos.

16.6 Fosforescencia.

En general es una luminosidad retardada, o sea, una producción de luz que persiste cuando ha desaparecido la causa excitante.

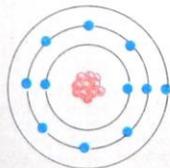
La fosforescencia es función de la temperatura y al aumentar ésta, se reduce el tiempo durante el cual la sustancia fosforescente emite luz.

La fosforescencia se debe a que algunas sustancias pueden dejar escapar iones cuando reciben cierta cantidad de energía.

16.7 Importancia biológica del fósforo.

En todo ser vivo hay una cantidad de fósforo que al morir regresa a la tierra y es tomado por las plantas para elaborar sus propios alimentos.

A su vez los animales pueden obtenerlo bien al consumir las plantas bien a otros animales. El pescado, la leche, los huevos y la carne nos permiten adquirir la cantidad de fósforo necesario para vivir.



SODIO

16.8 El sodio (Na).

Elemento químico, con símbolo Na, número atómico 11, y peso atómico 22,99.

Es un metal blando, muy activo y de bajo punto de fusión. Es el sexto elemento en orden de abundancia. Después del cloro es el de mayor contenido en la agua del mar.

16.9 Estado natural y obtención.

Las sales de sodio naturales son el cloruro sódico (sal gema), carbonato sódico (soda), borato sódico (bórax) y nitrato sódico (salitre de Chile).

En forma soluble las sales de sodio se encuentran en el agua del mar, en lagos salinos y en manantiales de aguas minerales.

Los yacimientos de sal gema, tuvieron su origen en lagos y mares desaparecidos. De estos depósitos se extrae, ya como mineral sólido, ya inyectando agua que se bombea una vez se haya disuelto la sal.

Se calcula que los océanos contienen 50 mil billones de toneladas de sal (cloruro sódico) lo que significa unos 20 mil billones de toneladas de sodio. La sal común o cloruro sódico (NaCl) puede obtenerse por evaporación del agua de mar. En las salinas marinas, se deja que el agua penetre a depósitos de poco fondo, recogiendo-se posteriormente las "costras" de sal.

16.10 Propiedades físicas y químicas del sodio.

El sodio metálico funde a $97,5^{\circ}\text{C}$, reacciona rápidamente con el agua, produciéndose hidróxido sódico y liberándose hidrógeno. En esta reacción se genera suficiente calor para fundir el sodio y quemar el hidrógeno. Por exposición al aire pierde su color plateado, y se vuelve gris al formarse en la superficie una capa de óxido sódico. No reacciona con el nitrógeno ni aun a elevadas temperaturas. Las anteriores son reacciones inorgánicas, y son mucho más importantes las reacciones orgánicas del sodio en su composición de cloruro sódico (ClNa). Esta sal es esencial para la vida, si el cuerpo humano pierde demasiada sal, lo que sucede al sudar con exceso, no se soporta el calor y se producen graves alteraciones en la salud.

No olvidemos que la vida se originó en el mar y que todos los seres vivos presentan aún las características de sus orígenes; por eso veremos aparecer cristales de sal sobre el portaobjetos de un microscopio, simplemente dejando evaporar una lágrima.

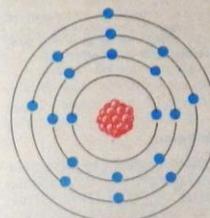
16.11 Importancia biológica del sodio.

El sodio entra a formar parte de los líquidos que bañan el interior de los organismos animales y para el caso del hombre, en una proporción muy similar, el contenido de sales que tenían los océanos primitivos en donde se originó la vida. Es así como los animales de vida terrestre aérea disponen en el interior de su cuerpo, de un medio fluido, equivalente a aquel océano de la era primaria: el suero sanguíneo.

16.12 El potasio (K).

Este elemento tiene como símbolo K, número atómico 19 y peso atómico 39.1. Es ligeramente radioactivo.

Es un metal ligero, blando, reactivo, y de bajo punto de fusión. Su comportamiento es similar al del sodio.



POTASIO

6.13 Estado natural y obtención del potasio.

El agua del mar contiene 380 partes de potasio por millón. Se encuentra también en yacimientos y minas cuya formación es similar a los de sal común. El mineral de estos depósitos llamado silvinita, tiene como fórmula KCl que es un cloruro potásico.

16.14 Propiedades físicas y químicas del potasio.

Este metal alcalino, tiene su punto de fusión a $63,7^{\circ}$. Es más activo aún que el sodio; reacciona vigorosamente con el oxígeno del aire para formar el monóxido K_2O y el peróxido K_2O_2 . No reacciona con el nitrógeno ni a temperaturas elevadas, pero sí lo hace, lentamente, con el hidrógeno a 200°C .

La reacción entre el potasio y el agua es violenta, aun a -100°C ; si esta reacción se lleva a cabo a temperatura normal, el hidrógeno desprendido arde inmediatamente.

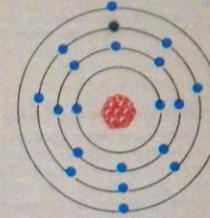
La reacción con un ácido diluido es aún más violenta y fácilmente explosiva.

16.15 Principales compuestos y aplicaciones.

El compuesto más importante es el cloruro potásico, KCl, que es no sólo la forma como se presenta en la naturaleza, sino también la que más se usa: la potasa, como fertilizante.

16.16 El calcio (Ca).

Su símbolo es Ca, su número atómico 20 y su peso atómico 40.08. Ocupa el quinto lugar en abundancia entre los elementos y el tercero entre los metales que constituyen la corteza terrestre, en la cual sus compuestos constituyen el 3,6%.



CALCIO

Es un elemento esencial para la vida tanto vegetal como animal; está presente en los huesos, dientes, cáscaras de los huevos, corales y en la mayoría de los suelos.

16.17 Estado natural y obtención del calcio.

En el agua del mar, bajo la forma de cloruro cálcico se encuentra en la proporción de 0,15%. En la tierra los minerales de calcio más abundantes son: las calizas, mármoles, Espato de Islandia, y calcitas con fórmula CaCO_3 .

El calcio elemental se obtiene por electrólisis del cloruro cálcico fundido.

16.18 Propiedades físicas y químicas del calcio.

Es un metal más duro que el sodio y más blando que el aluminio. Químicamente es menos reactivo. Puede trabajarse en el torno, cortarse, estirarse como alambre o laminarse en planchas. A temperaturas elevadas arde en el aire.

16.19 Aplicaciones.

El calcio se emplea como aditivo en las aleaciones de piezas de aluminio sometidas a fricción. También como desoxidante en la fabricación de aceros especiales.

16.20 Principales compuestos.

El óxido cálcico se emplea en grandes cantidades en los procesos de producción de aleaciones de hierro. El hidróxido cálcico, co-

nocido vulgarmente como "cal apagada" se emplea como mortero para pegar ladrillos o empaquetar paredes.

El carbonato cálcico puro, se halla en la naturaleza como calcita y aragonito, que presenta forma cristalina. El mármol es una variedad impura más compacta, lo que permite su pulimento.

Las formaciones rocosas del carbonato cálcico, son solubles en las aguas que llevan disuelto anhídrido carbónico. A este fenómeno se debe la formación de grutas, que en ocasiones presentan **estalactitas y estalagmitas**.

16.21 Importancia biológica del calcio.

El calcio es un componente común a todas las plantas y es necesario para su crecimiento. El ion de calcio tiene gran importancia fisiológica, por ser capaz de contrarrestar los efectos tóxicos de los iones potasio, sodio y magnesio.

La presencia de calcio en los suelos influye en el crecimiento de las plantas.

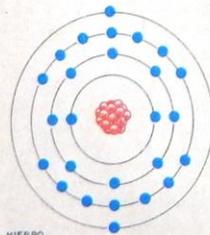
El calcio se encuentra en el cuerpo de todos los animales, tanto en los tejidos fluidos como en el esqueleto. El fluoruro, el carbonato, y el fosfato de calcio se encuentran en los huesos.

La presencia de calcio en nuestro cuerpo es esencial. El adulto posee aproximadamente un kilo de calcio, principalmente en sus huesos y dientes. El calcio regula los latidos del corazón e interviene en la coagulación de la sangre.

16.22 El Hierro (Fe).

Elemento químico de símbolo Fe, número atómico 26 y peso atómico 55,85. Es el cuarto de los elementos en cuanto a la abundancia sobre la corteza terrestre (5%).

Es un metal maleable, tenaz, de color gris plata y altamente magnético, funde a 1.540°C y hierve a 2.800°C.



HIERRO

16.23 Estado natural y obtención del hierro.

Los dos principales minerales de que se obtiene el hierro son la **hematita** $Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$. En la forma de **magnetita** cuya fórmula es Fe_3O_4 , no se explota.

El hierro se encuentra también en muchos otros minerales, en las aguas subterráneas y en la hemoglobina de la sangre.

El metal bruto se obtiene por reducción del mineral con **carbón de coque**. El proceso se realiza en los altos hornos. Es muy difícil de obtener Fe puro, por su tendencia a retener otros elementos.

16.24 Altos hornos.

La producción de hierro en Colombia ha ido adquiriendo importancia y hoy, además de las acerías situadas en Paz de Río, existen varias siderúrgicas en otras ciudades del país que trabajan a partir de **chatarra** (desperdicio de hierro proveniente de maquinaria en desuso).

Explicaremos brevemente qué es y cómo funciona un alto horno. Básicamente se compone de dos cuerpos cónicos que se juntan por la base mayor. El de arriba se denomina **cuba** en cuya parte superior hay un orificio de carga del mineral que se llama **tragante**. La parte más ancha es el **vientre** y debajo está el otro cono, que parece un balde, el cual forma los **atalajes**, en cuya parte inferior hay un cilindro, la **obra** en la cual desembocan unos conductos, las **toberas** que soplan aire caliente para ayudar a fundir y limpiar el metal en el **crisol**. En este sobrenada la **escoria** que son las impurezas y debajo se encuentra el hierro elemental que sale por canales hacia moldes de arena, donde se solidifica en **lingotes**.

A partir de estos lingotes se hacen otros trabajos para producir hierro dulce, galvanizado, los aceros, etc.

Funcionamiento. El mineral de hierro triturado se echa por el tragante, después de separar la **ganga** (tierras que lo acompañan) y mezclar con un fundente (caliza con coque) en la parte superior, como la temperatura es baja (400°C) el conjunto solamente se deseca y al ir bajando hacia el vientre donde ya hay 1000°C, los óxidos de hierro sufren cambios químicos que separan el hierro elemental al estado de división fina.

En los **atalajes**, éste encuentra **carbón incandescente** con el que se combina dando lo que se llama la **fundición**, la cual se licúa en la **obra** donde hay temperaturas hasta de 2000°C, separándose la **escoria** por unos canales llamados **piqueras** y quedando el hierro más o menos puro en el **crisol**.

También existen altos hornos eléctricos en cuyo crisol se colocan electrodos para la separación del metal.

16.25 Aplicaciones.

El hierro se emplea principalmente para aceros destinados a estructuras de edificios y puentes y para la fabricación de un gran número de piezas metálicas de las máquinas y motores.

Los aceros son aleaciones de hierro y carbono, que se caracterizan por su alta resistencia.

Entre otros usos del hierro y sus compuestos, están los imanes, un gran número de colorantes, tintas, papel carbón azul, pigmentos para pintura y **abrasivos**.

16.26 Importancia biológica del hierro.

Aun cuando el hierro no es un constituyente de la molécula de la **clorofila**, es necesario para su formación.

En las hojas de las plantas el 80% del hierro está asociado a los **cloroplastos**, (los plastos que tienen la clorofila), con función vital en el proceso de la fotosíntesis.

Ciertas **enzimas** necesarias a la respiración de las plantas, cumplen su función, gracias al hierro.

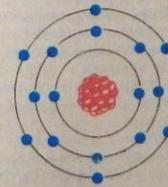
Para la vida animal es de decisiva importancia, pues forma parte del compuesto **hemoglobina** de la sangre, que además acarrea el oxígeno en la corriente sanguínea.

Los animales toman el hierro de las plantas y al comer otros animales, y luego al morir, lo devuelven a la tierra, repitiéndose el ciclo.

16.27 El azufre (S).

Elemento químico cuyo símbolo es S, con número atómico 16 y peso atómico 32,06.

La proporción de azufre en la corteza terrestre oscila alrededor de 0,1%.



AZUFRE

16.28 Estado natural y obtención del azufre.

No es difícil hallarlo como elemento libre, aunque no puro en ciertas regiones volcánicas, principalmente en Japón, Sicilia y México. Los mayores yacimientos conocidos se encuentran en Texas, asociados con rocas calizas y sobre cúpulas de sal.

Formando combinaciones, principalmente como sulfatos y sulfuros, se presenta como sulfato cálcico hidratado, (yeso, $SO_4Ca \cdot 2H_2O$), sulfato de magnesio (sal de Epsom, $SO_4Mg \cdot 7H_2O$), sulfuro de plomo (galena, SPb), sulfuro de cinc (blenda, SZn), disulfuro de hierro (pirita de hierro, S_2Fe), sulfuro de mercurio (cinabrio, SHg). Existen muchos más minerales en los que entra el azufre en su composición.

Generalmente se extrae taladrando hasta el depósito de azufre e introduciendo tres tubos concéntricos, enviando agua a alta temperatura y presión por el tubo exterior, se consigue así fundir el azufre, cuyo punto de fusión es 112,8°C. Por el tubo central se introduce aire caliente a gran presión y esto obliga al azufre fundido a ascender por el tubo intermedio.

16.29 Propiedades físicas y químicas del azufre.

Este elemento presenta formas cristalinas diferentes, una es el **azufre rómbico**, también llamado **azufre fundido**, que permanece estable hasta 95,5°C.

Si el **azufre rómbico** se calienta lentamente, se convierte en **azufre monoclinico**, llamado **azufre prismático**, pues se cristaliza en agujas en forma de prisma casi incoloras. Esta variedad alcanza su punto de fusión a 119,3°C.

Si enfriamos el azufre fundido introduciéndolo en el agua, se obtiene el **azufre plástico**, de estructura amorfa, o sea, no cristalina, compuesta de largas cadenas de átomos colocados en zigzag. Puede estirarse y se comporta como el caucho.

Otra variante es el **azufre púrpura** que se obtiene al enfriar rápidamente el vapor del mismo. Parece que se forman moléculas S_2 . Con el tiempo se transforma en azufre amarillo.

16.30 Principales compuestos del azufre.

Al combinarse el azufre con el hidrógeno se obtiene el **sulfuro de hidrógeno**, cuya fórmula es H_2S . En su estado gaseoso reacciona como muchos metales, formando los **sulfuros** correspondientes.

Industrialmente el **ácido sulfúrico** H_2SO_4 , una combinación de azufre, hidrógeno y oxígeno, ha llegado a ser el producto químico que se fabrica en mayor cantidad en el mundo. Se

utiliza en la producción de fertilizantes para el refinado del petróleo, lo consumen en miles de toneladas las industrias del hierro, acero, acumuladores, pinturas, plásticos y textiles.

16.31 Importancia biológica del azufre.

Algunos aminoácidos contienen azufre. Determinados aminoácidos son elementos estructurales de las proteínas, formas primarias de los compuestos que hicieron posible la vida.

Los aminoácidos con azufre son componentes de las proteínas de las plantas, y también, aunque con menor frecuencia, de las proteínas animales.

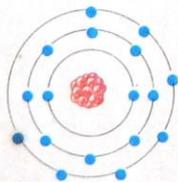
16.32 - El Cloro.

El símbolo de este elemento es el Cl, su número atómico es 17 y su peso atómico de 35,45. Es un gas amarillo verdoso a temperatura y presión normales. Es tan activo, o sea, se combina tan fácilmente con otros elementos que nunca se le encuentra libre en la naturaleza, excepto a temperaturas elevadas en los gases volcánicos.

Pertenece al grupo de elementos halógenos, palabra que viene de la raíz griega *Hal* que significa sal y el sufijo *gen* "que produce" o "que forma"; halógeno es, pues, el que produce sales o da origen a sales.

La corteza terrestre en un 0,04% está compuesta de cloro, que se combinó con metales, no metales y materias orgánicas para formar compuestos clorados.

El cloro es tan importante que se ha considerado como índice del crecimiento industrial de un país, la cantidad de cloro utilizado por sus industrias.



CLORO

16.33 Estado natural y obtención del cloro.

Dado que la mayoría de los cloruros naturales inorgánicos son fácilmente solubles en agua, son arrastrados hacia el mar y los lagos. Por eso el agua del mar contiene un 3% del cloruro so-

dico ClNa, materia prima para la obtención del cloro por vía indirecta.

Por electrólisis de una solución saturada de ClNa (salmuera) y separación del ánodo y del cátodo por una división o diafragma de asbesto, se recoge en el cátodo el cloro separado.

16.34 Propiedades físicas y químicas del cloro.

El cloro se presenta como un gas diatómico (Cl₂). Como líquido a -34,15°C. Tiene un color amarillo dorado.

Entre los halógenos sólo el flúor (F) es más activo que el cloro (Cl). El cloro seco es casi inerte, pero húmedo reacciona con casi todos los elementos.

El cloro ataca los tejidos orgánicos y al inhalarlo produce heridas en la nariz, garganta y los pulmones. Un buen antídoto es inhalar vapores de amoníaco con la debida precaución. Forma mezclas explosivas con el hidrógeno. Algunos metales como el hierro, arden en el cloro, si se le suministra una pequeña cantidad de calor.

16.35 Acido Clorhídrico.

Es un gas incoloro, muy corrosivo, soluble en agua, compuesto de cloro e hidrógeno con fórmula HCl que vulgarmente se conoce con el nombre de ácido muriático. Las aplicaciones industriales y químicas son innumerables, ya que se utiliza como un ácido fuerte y como agente reductor.

16.36 Importancia biológica del cloro.

Cuando se presenta deficiencia de cloro en algunas plantas, las hojas comienzan a marchitarse volviéndose amarillas. Esto se denomina clorosis y es común y fácilmente observable en la planta de tomate, muy sensible a la falta de cloro.

En general, los vegetales admiten sólo pequeñas cantidades de cloro (millonésimas) y únicamente lo toman en la fórmula molecular gaseosa absorbiéndolo de ordinario, como cloruros.

Algunas plantas se clasifican como halófitas, lo que significa plantas que pueden desarrollarse y crecer en suelos salinos de concentraciones muy elevadas de sales.

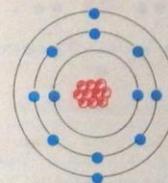
En el sistema digestivo de los animales, las glándulas gástricas producen ácido clorhídrico y fermentos digestivos.

El jugo gástrico contiene 0,5% de ácido clorhídrico. Una de las aplicaciones más importantes del cloro es su utilización como desinfectante. En los acueductos y en las piscinas se añade una parte de cloro por un millón de par-

tes de agua, con el fin de destruir las bacterias. En realidad el cloro no las mata, sino que en contacto con el agua (H₂O), libera átomos de oxígeno, el cual, si bien es necesario para mantener la vida, resulta mortal en cantidad excesiva para las bacterias.

16.37 El magnesio.

Es un elemento químico metálico, de símbolo Mg, número atómico 12 y peso atómico 24,32. Es un metal blando, plateado, el más ligero del mundo desde el punto de vista estructural. Su peso específico es unos dos tercios del peso específico del aluminio.



MAGNESIO

Constituye el 2,5% de la corteza terrestre, ocupando el sexto lugar en el orden de abundancia relativa entre los elementos químicos. Es el tercero en cuanto a abundancia de los metales estructurales existentes en la corteza terrestre y sólo es superado por el aluminio y el hierro.

16.38 Estado natural y obtención del magnesio.

Se encuentra en cantidades importantes en muchos minerales rocosos, como la dolomita, magnesita, olivino y serpentina.

El agua del mar y las aguas salinas subterráneas, contienen también magnesio. El magnesio entra en la composición de unos 60 minerales, sin embargo, casi sólo se obtiene de la brucita, dolomita, magnesita y aguas salinas naturales.

Los métodos para su obtención son: el proceso electrolítico, a partir del agua de mar y el silicotérmico, en el cual se calcinan las rocas de dolomita junto con una aleación de silicio y de hierro.

16.39 Propiedades físicas y químicas del magnesio.

El magnesio (Mg) presenta estructura cristalina hexagonal compacta, funde a 650°C. Es

químicamente muy activo, capaz de desplazar el hidrógeno del agua hirviente. Se combina con la mayor parte de los no metales y prácticamente con todos los ácidos.

Como metal se presta para la fundición, moldeado, laminado, extrusión, embutido, estirado y soldadura. Es uno de los metales de más amplio uso en estructuras para aviones y en donde sea necesario reducir el peso sin perder resistencia.

16.40 Importancia biológica del magnesio.

Una de las principales funciones del magnesio es su participación en la molécula de la clorofila. Cada molécula de clorofila contiene un átomo de magnesio en el centro, y aun cuando otros metales podrían sustituir este átomo, las funciones de fotosíntesis sólo se desarrollan cuando la clorofila tiene magnesio.

Entre los elementos metálicos de los animales están el potasio y el magnesio, principalmente en las células.

En el hombre la carencia de magnesio produce igual resultado que el alcoholismo.

16.41 El Cobre.

El cobre con símbolo Cu, número atómico 29 y peso atómico 63,54, es uno de los metales no férreos más importantes. Fue uno de los primeros metales empleados por el hombre.

Su relativa abundancia y el conjunto de propiedades químicas, físicas, eléctricas y mecánicas hacen de este metal uno de los más empleados en la industria.



COBRE

16.42 Estado natural y obtención del cobre.

Mientras que los metales alcalinos nunca se encuentran libres en la naturaleza, los metales de transición como el cobre, la plata y el oro aparecen en la naturaleza como pepitas puras.

La mayor parte del cobre se extrae de sus minerales sulfurados como la calcosina, Cu₂S, calcopirita, CuFeS₂ y cobelita CuS. También los minerales en que se presenta en forma de

óxidos se explotan industrialmente, así la **cuprita**, Cu_2O , la **malaquita**, $\text{CuCO}_3(\text{OH})_2$ y la **tenorita** CuO .

Sólo se explotan los minerales ricos que contienen del 3 al 1%. El mineral molido y lavado pasa a un horno de tostación para disminuir su contenido en azufre. Luego se produce la fundición y refinado. Finalmente, se recupera en forma prácticamente pura por electrólisis.

16.43 Propiedades físicas y químicas del cobre.

El cobre es un metal pesado, 8,9 gramos por cm^3 . Funde a 1083°C , no es magnético, tiene alta conductividad térmica y poca resistividad eléctrica, (únicamente la plata tiene mejor conductividad eléctrica por volumen).

Cristaliza en el sistema cúbico y presenta baja actividad química. El cobre puro es uno de los metales más resistentes, muy tenaz y de alta ductibilidad. Se endurece golpeándolo en frío y se ablanda al ser recocido.

16.44 Aplicaciones del cobre.

La principal propiedad del cobre es su alta conductividad eléctrica, por lo que se emplea fundamentalmente en la industria de la electricidad.

El cobre es uno de los pocos metales que se emplea en su forma prácticamente pura, y con él se obtienen gran variedad de aleaciones. Entre las más antiguas figuran el latón (cobre y zinc) y el bronce (cobre y estaño).

El cobre y algunas de sus aleaciones son muy resistentes a la corrosión, lo que se debe a su inercia química y a la formación de una película superficial autoprotectora. Esta es una mezcla de óxido, carbonato y sulfato básico que vulgarmente se llama **cardenillo**.

Entre centenares de compuestos posibles un buen número se emplean como fungicidas e insecticidas.

16.45 Importancia biológica del cobre.

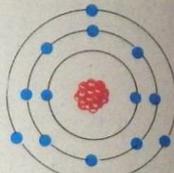
Es un constituyente de las enzimas, especialmente de las que intervienen en la fase final de la respiración de las plantas, cuando se produce la reacción hidrógeno-oxígeno para formar agua. Esta acción se une al cobre con la formación de energía en las células de las plantas.

16.46 El aluminio.

Es el elemento químico con símbolo **Al**, número atómico 13 y peso atómico 26,98. Es un metal de baja densidad, muy resistente a la

corrosión por cubrirse de una capa de óxido que lo protege.

Es el metal más abundante en la corteza terrestre alcanzando el 7%, o sea el doble de las existencias de hierro. Todas las rocas volcánicas contienen silicatos de aluminio. Cuando las rocas son desgastadas por la acción atmosférica el aluminio suele permanecer insoluble en forma de arcilla (silicato de aluminio impuro).



ALUMINIO

16.47 Estado natural y obtención del aluminio.

El mineral de aluminio conocido como **bauxita** es un hidróxido; en verdad es una mezcla de minerales y no una especie mineralógica. Se presenta en gran variedad de colores que dependen de la cantidad de óxidos de hierro que contiene.

La bauxita comercial es la **gibsite** $\text{Al}(\text{OH})_3$ y la **bohemita** $\text{AlO}(\text{OH})$. La producción mundial de bauxitas es del orden de 20 millones de toneladas por año.

Para obtener el aluminio es necesario extraer, purificar y deshidratar el óxido Al_2O_3 y obtener finalmente el metal por electrólisis.

16.48 Propiedades físicas y químicas del aluminio.

El aluminio es un metal blanco—plateado, de peso específico bajo 2,7 gramos por cm^3 . Buen conductor de la electricidad y del calor; su punto de fusión es de 660°C .

16.49 Aplicaciones del aluminio.

Como metal estructural se usa para fabricar infinidad de piezas para maquinaria, en perfiles y láminas de aluminio puro o aleación se emplea para estructuras de aviones, barcos y automotores. En arquitectura, especialmente para puertas y ventanas, se usan aleaciones de aluminio y últimamente se fabrican bloques y pistones para motores de combustión interna.

El óxido Al_2O_3 (corindón) se emplea como abrasivo por su gran dureza. El **rubi artificial** se utiliza por su dureza como cojinetes en los relojes e instrumentos eléctricos de precisión.

Otros óxidos de aluminio comúnmente llamados "alumbre" se emplean en la purificación de las aguas. El cloruro básico de aluminio se emplea en medicina para neutralizar la acidez gástrica.

Palabras nuevas:

Hidratos de carbono
Grasas
Proteínas
Aminoácidos
Trabajo osmótico
Vitaminas
Malaquita

Bioquímica
Cromosomas
Genes
Fosforescencia
Enzimas
Halógenos

Silicotérmico
Clorosis
Calofitas
Dolomita
Olovino
Serpentina

Extrusión
Alcalino
Bauxita
Antófero
Calcopirita
Cuprita

RETENGAMOS LO ESENCIAL DEL TEMA

1. Los elementos corresponden a simples estructuras atómicas, mientras las moléculas se componen de varios átomos; desde unos pocos, hasta millones de ellos, en las complejas moléculas orgánicas.

2. El estudio de los diversos elementos nos enseña cómo el **peso atómico** corresponde a la masa total (suma de protones y neutrones del núcleo más electrones de las órbitas), mientras el **número atómico** corresponde al número de electrones.

3. Hay elementos que, sin ser componentes de la materia viva, son necesarios en cierta cantidad para que ésta desarrolle normalmente sus funciones, tales como el **magnesio**, el **potasio**, el **sodio**, el **calcio**, y el **fósforo**.

4. Otros elementos pueden no estar presentes en la materia viva animal o pueden estar en la vegetal; pero, en todo caso son útiles directa o indirectamente para la vida, como el **hierro**, el **cobre**, el **aluminio**, y debemos estudiarlos

no sólo en sus aspectos químicos sino en su importancia biológica.

5. Al estudiar el **cloro** debemos tratar de comprender las propiedades de los elementos **halógenos**, o sea, formadores de sales. Gracias a sus siete electrones en la órbita externa, tienen gran facilidad para captar un electrón de los elementos metálicos y combinarse para dar compuestos estables, como el **NaCl**, el **KCl**, etc.

6. Los **metales** y los **no metales** se extraen de sus compuestos naturales por métodos muy diversos, y luego son purificados mediante procesos que conviene estudiar, si es posible, diseñando un esquema.

7. En esta unidad se estudian elementos que tienen importancia biológica y no debe descuidarse esta característica. Repase su ciclo biológico.

TRABAJOS PRACTICOS

Experiencia 1.

Disuelve sal de cocina en un vaso hasta que quede transparente la solución. Compra o consigue una solución de nitrato de plata; puedes encontrarla en la farmacia y añade unas gotas. Verás aparecer unos copos blancos pesados que se van al fondo. Es cloruro de plata y este fenómeno se llama en química la formación de un **precipitado**. Si lo dejas al aire se ennegrecerá porque se oxida la plata del cloruro y esta reacción química es justamente la base de la fotografía en blanco y negro.

Experiencia 2.

Coge unos clavos de hierro y frótalos con una lija hasta ponerlos brillantes. Déjalos al aire libre unos días y verás cómo aparecen cubiertos de una capa rojiza. Se han oxidado, o sea, el hierro del clavo ha tomado oxígeno del aire para formar óxido de hierro. Si los metes en ácido clorhídrico, volverán a ponerse brillantes y el ácido tomará un color rojo dejando en el fondo un poco de polvo rojizo: es cloruro férrico. Todas las anteriores son reacciones químicas que dependen de los electrones de valencia que ya conoces por el texto.

Experiencia 3.

Consigue un poco de flor de azufre en la farmacia. Coge una flor del jardín. Pon el azufre en el fondo de un recipiente de boca ancha (un frasco de conservas por ejemplo) y enciende con un fósforo el azufre. Procura no aspirar los vapores porque son desagradables y en cantidad, venenosos. Acerca la flor a la boca del frasco y verás cómo pierde sus colores. Esto se debe a que se produce un óxido de azufre que tiene el poder de decolorar los pigmentos vegetales.

Experiencia 4.

Escribe con tinta de color en un papel; consigue un poco de agua de hipoclorito en la farmacia, que es un desinfectante común y el farmacéutico te indicará cuál puedes comprar. Frota el papel con un algodón impregnado de este líquido y verás como desaparece la escritura. Porque, en contacto con el aire, el hipoclorito deja desprender cloro y este gas tiene la capacidad de decolorar los pigmentos minerales.

Experiencia 5.

Consigue en la farmacia un sobre de permanganato potásico, que es un polvo violeta en cristales brillantes. Ten cuidado de no tocarlo con los dedos porque te dejará una mancha y si no te lavas bien, te hará un agujero en la piel. MUCHO CUIDADO.

Compra un poquito de glicerina. Manéjalo todo con cuidado. Mediante una varilla de vidrio deja caer unas gotas de glicerina sobre el permanganato que has puesto en pequeña cantidad sobre un papel y en el piso del patio.

Verás cómo se incendia inmediatamente, es una OXIDACION VIOLENTA.

Experiencia 6.

Coge un fósforo y enciéndelo. Ponle encima un vaso bocabajo. Verás cómo se apaga pronto. Porque el fósforo al arder ha tomado el oxígeno del aire y ha producido óxidos de fósforo. Al acabarse el oxígeno no queda comburente y la combustión se extingue. Mientras, si pones el fósforo en un vaso bocaarriba la combustión seguirá hasta que el fósforo quede carbonizado.

Experiencia 7.

Coloca un frasco con HCl junto a otro que contenga amoníaco y verás formarse una nube blanca de cloruro de amonio en la boca de los frascos.

Experiencia 8.

Observa cómo los objetos o pedazos de cobre expuestos durante un tiempo al aire se han cubierto de una capa verdosa, el cardenillo, por cierto muy tóxico. Raspando, podrás separar esa capa y aparecerá brillante el cobre. La formación del cardenillo se debe a la acción del gas carbónico que forma con el metal, carbonato de cobre.

Experiencia 9.

Si consigues aluminio en polvo podrás incendiarlo fácilmente y verás que produce una luz brillante. Deduce a qué se debe y cuál puede ser el tipo de reacción química que se ha producido. Igual sucede con el magnesio.

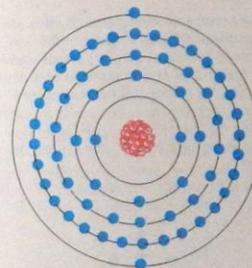
UNIDAD 17

OTROS ELEMENTOS IMPORTANTES PARA NOSOTROS

Hg - Au - Ag - Zn - Si - Be

17.1 El mercurio.

Número atómico 80. Peso atómico 200.61. Su símbolo es Hg, que proviene de la palabra latina *hydrargyrum*, lo que significa agua de plata, nombre que recibió por ser el único metal líquido y por su brillo plateado. Es un metal noble, solamente soluble en disoluciones oxidantes. El mercurio solidificado es tan blando como el plomo.



MERCURIO

El mercurio forma disoluciones, llamadas **amalgamas** con el oro, la plata y otros metales, lo que consiste en una verdadera solución sólida, pues, dispersa las partículas en división finísima. Los dentistas aprovechan esta característica para preparar obturaciones de las caries dentales.

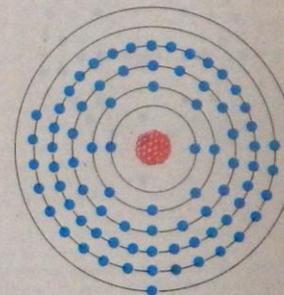
Es un elemento muy pesado y presenta la característica de no adherirse a las superficies, por lo cual se utiliza mucho para la fabricación de termómetros, barómetros, etc. Como sus vapores son conductores de la electricidad se emplea también en la industria de lámparas para la iluminación intensa de carreteras y calles.

Algunos compuestos del mercurio se utilizaron mucho en medicina, pero su empleo fue decayendo por la toxicidad y porque su acción es acumulativa.

17.2 El oro.

Número atómico 79. Peso atómico 197.2. Tiene por símbolo Au, del latín *aurum* y es un elemento que se halla nativo o sea, libre, tanto en filones donde aparece en laminillas, como en ríos y arroyos que arrastran pedacitos pequeños, llamados pepitas.

Se purifica mediante la amalgama con el mercurio, el cual se destila para dejar solo el oro.



ORO

El cobre, el oro y la plata son denominados a veces metales de acuñar, a causa de su bien conocido empleo en las monedas. Las monedas de oro, así como muchos otros objetos del mismo metal, son en realidad aleaciones de oro, ya que éste es demasiado blando para ser útil en estado puro.

Su densidad es 19,3 veces mayor que la del agua a 20 C. Funde a 1.063°C y hierve a casi 2.700°C. Se mezcla con la plata formando verdaderas soluciones (aleaciones) en cualquier proporción y se disuelve fácilmente en el mercurio formando amalgamas.

El oro es uno de los metales menos activos químicamente y no se oxida ni quema en el aire.

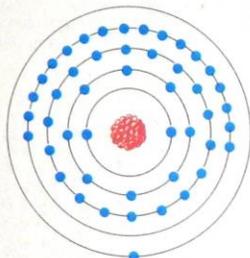
Su escasez, durabilidad, brillo y color lo hicieron muy atractivo para los hombres desde la más remota

antigüedad. Acuñado en monedas, o utilizado para joyas y objetos suntuarios, fue siempre signo de riqueza. Guardado como reserva monetaria, sirvió para respaldar el valor del papel moneda.

Actualmente es utilizado cada día en mayores cantidades por la industria (especialmente en la electrónica) y todo indica que en el futuro tendrá cada vez mayor importancia, ya que el consumo industrial de oro por año, es superior a la producción anual de este metal.

17.3 La plata.

Número atómico 47. Peso atómico 107.88. Tiene por símbolo las letras Ag, provenientes de la palabra latina *argentum*. Es un metal de color blanco grisáceo brillante, químicamente es un metal pesado y noble, en el comercio se le denomina metal precioso.



PLATA

La plata pura es un metal blando, aunque algo más duro que el oro. Pulida tiene un lustre metálico. Es el metal que mejor conduce el calor y la electricidad y sigue al oro en maleabilidad y ductibilidad. Funde a 961°C y hierve a 2.200°C.

La plata no se oxida fácilmente, pero reacciona con el azufre hasta adquirir un color superficial negro; sólo los ácidos oxidantes (nitríco o sulfúrico concentrado) la disuelven.

En la mayor parte de sus aplicaciones la plata no alea con uno o más metales. La principal aplicación es en la fabricación de monedas. El uso generalizado del cobre, la plata y el oro en monedas, ha dado el nombre de **metales de acuñado** a estos elementos.

Actualmente su principal empleo es en la preparación de las sales, entre ellas el bromuro de plata que se utiliza en fotografía. Este compuesto AgBr no se ennegrece a la luz aunque es sensible a ella. Los tonos grises y negros de las fotografías se consiguen gracias a soluciones especiales que llamamos reveladores.

Cuando una película o papel fotográfico se expone a la luz, ésta actúa dejando señales que se manifiestan al someterlos a un baño revelador. En éste, las partes que se han expuesto a la acción lumínica aparecerán negras, mientras las zonas que no recibieron luz quedarán blancas. Esto es lo que sucede en la película que llamamos negativo. Luego, mediante la operación contraria se obtendrá el positivo o sea, la fotografía normalmente sobre papel, en el cual los negros del negativo darán blancos, y se obtendrá una reproducción correcta de la imagen original. Para que la luz no siga actuando, después de cada baño revelador, se procede al lavado (que elimina el revelador) e inmediatamente al fijado, que evitará la acción de la luz y mantendrá sin cambios la imagen fotografiada.

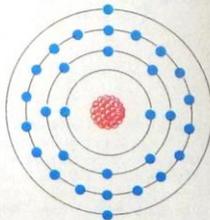
Aleaciones en las que la plata es un componente secundario se aplican en amalgamas dentales para rellenar huecos; así también, en piezas de cojinetes y pistones de motores.

La plata tiene propiedades germicidas y por ello se emplea en medicina como antiséptico. También se ha empleado en la esterilización del agua.

17.4 El zinc.

Es el elemento químico, con número atómico 30, peso atómico 65,38 y símbolo Zn.

Este metal blanco azulado, de apariencia cristalina y lustrosa en estado puro, al contacto con el aire puro se empaña superficialmente y adquiere un color grisáceo. Por ser prácticamente inalterable en el aire frío y seco, se emplea para construcciones cercanas al mar, pues, no sufre corrosión.



ZINC

El zinc es uno de los elementos menos frecuentes, ya que sólo existe en la corteza terrestre en una proporción de 0.004%. Aunque se ha encontrado libre en ciertas rocas basálticas (Australia), lo común es hallarlo en estado de sulfuro y de óxido o de carbonato, de los cuales se extrae tostando el mineral, para dejar libre al metal. También se obtiene el zinc, en cantida-

des apreciables, como subproducto en la elaboración de los minerales de hierro.

El zinc puro es maleable y bastante dúctil para ser estirado o arrollado, pero si contiene pequeñas cantidades de otros metales, como impurezas, se vuelve quebradizo. Funde a 419°C y hierve a 906°C. Su densidad es 7.13 veces la del agua, por lo que un metro cúbico de zinc pesa 7.132 Ng. El zinc es de los mejores conductores del calor y de la electricidad, sin embargo su conductividad es sólo aproximadamente un cuarto de la conductividad de la plata.

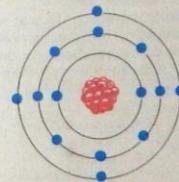
Con los ácidos diluidos reacciona dando H, como hemos visto ya. Al aire húmedo, se cubre de una capa de hidrocarbonato de zinc que protege la parte interior favoreciendo la duración a la intemperie. Se aprovecha esta cualidad para recubrir el hierro con una capa de zinc, por electrólisis, lo que se llama hierro galvanizado, tal como vemos láminas corrugadas, tubería, tinacos, canales, etc.

En forma de óxido, ZnO, que de color blanco se utiliza como pigmento para pinturas de ese color y en pintura de arte, es lo que se llama blanco de zinc, que tiene la ventaja de no ennegrecer al aire.

Como sulfato se empleó mucho en solución para desinfectar heridas, en colirios, etc., en farmacia antigua.

17.5 El silicio.

El símbolo del silicio es Si, su número atómico 14 y su peso atómico 28.09. Es un metaloide azul grisáceo que tiene un lustre claramente metálico y es muy quebradizo. Cristaliza en la red de diamante. Su peso específico es de 2.48; funde a 1.420°C y hierve a 3.500°C.



SILICIO

El silicio se encuentra en la naturaleza formando numerosas variedades de silicio y en una enorme cantidad de silicatos naturales. Excede en abundancia, con mucho, a cualquier otro elemento, a excepción del oxígeno. Constituye el 27.72% de la corteza terrestre sólida (mientras que el oxígeno constituye el 46.6%).

El silicio se encuentra combinado en muchas formas, bien cristalinas (como el cuarzo, la arena, etc.), bien amorfas (como las arcillas, micas, feldespatos, etc.) y en los tallos de algunas gramíneas (bambú, guadua).

Tiene gran utilización industrial, en particular en metalurgia del hierro para la preparación de los llamados aceros de silicio que se utilizan para fabricar los muelles (ballestas), engranajes y amortiguadores de automóviles por tener mucha elasticidad y resistencia al choque. También para preparar abrasivos (ruedas para esmeril, lijas, bandas de pulimento, etc.), como el llamado carborundo que es un siliciuro de carbono (SiC).

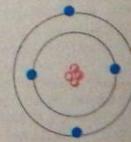
El cuarzo puro se emplea para elaborar objetos artísticos de adorno y para lentes de precisión en aparatos ópticos; la arena se utiliza en construcción para los ladrillos, el cemento, el mortero, etc., mientras que las arenas más finas se aprovechan para la industria vidriera.

La producción del vidrio, que es un líquido con apariencia de sólido, es una fuente de riqueza para los países industrializados y se obtienen numerosos tipos que se aplican a las distintas ramas fabriles; así el vidrio ordinario blanco y de botellas se lleva a vidrios planos, vasos y envases, mientras que el llamado "Crow-glass" se destina a los aparatos de óptica.

En la preparación del vidrio se usan diversas mezclas de materiales pulverizados (arena, creta, carbonato de sodio, p.e) que se funden en hornos especiales para obtener la formación de silicatos compuestos. Estos se llevan, en estado de fusión, a moldes para conseguir la formación de artículos diversos, aunque existe un método que se llama "vidrio soplado", el cual consiste en soplar mediante un tubo largo cierta cantidad de la masa fundida.

17.6 El berilio.

Elemento químico número 4. El berilio, Be, de peso atómico 9.013, es un metal raro y uno de los metales estructurales más ligeros; su densidad es aproximadamente la tercera parte de la del aluminio.



BERILIO

Da una idea de la amplia repercusión del berilio, en la Ciencia Moderna, la variedad de temas en los que se hace referencia al mismo: teorías cosmológicas, determinación de la edad (por isótopos), mecanismos meteorológicos, construcción de cohetes, moderación de neutrones en los reactores nucleares, y reflexión de neutrones en los tubos de rayos X, aleaciones que requieren elasticidad y resistencia mecánica muy alta, etc.

Casi nunca se obtiene puro y como elemento presenta poco interés para un estudio elemental

Palabras nuevas:

Amalgama
Aleación

Germicida
Antiséptico

Metales

RETENGAMOS LO ESENCIAL DEL TEMA

1. El mercurio es el único metal líquido, de color plateado, de brillo especial, muy denso y que no se adhiere a las superficies, por lo cual se emplea en la fabricación de instrumentos. Sus vapores conducen la electricidad por lo cual se usa en la iluminación. Forma amalgamas.
2. El oro es un metal relativamente escaso, de mucho valor, que se encuentra libre en la naturaleza tanto en filones como en pepitas. Su empleo en joyería y en la fabricación de ciertos instrumentos de alta precisión, es lo que ha hecho conservar su interés. Actualmente como moneda circulante ya no se usa.
3. La plata es otro metal precioso que se encuentra libre en la naturaleza. Hoy su principal uso se hace en forma de compuestos halogenados para la industria fotográfica.

como el que nos ocupa. Para nosotros un silicato doble de aluminio tiene la importancia de ser lo que, en otras palabras, llamamos esmeraldas, piedra preciosa relativamente abundante en Colombia.

Este silicato doble de berilio y aluminio, cuyo nombre técnico es berilio, se encuentra en cristales hermosísimos de color verde profundo en las minas de Muzo y Chivor y tienen un inmenso valor en joyería fina, de mucho aprecio en el mercado mundial.

4. El zinc, comúnmente se encuentra como sulfuro, óxido o carbonato de donde se extrae por tostación. El óxido o blanco de zinc se utiliza en pinturas y aplicando sobre el hierro una capa de galvanoplastia se protege de la corrosión debida a la acción del aire húmedo.
5. El silicio aunque es uno de los elementos más abundantes en la naturaleza no se encuentra libre. Se emplea mucho en la industria para aceros destinados a piezas de vehículos, para abrasivos, etc. Al estado de óxido, o sea arena, se le emplea en la fabricación del vidrio mezclándolo con otros materiales.
6. El berilio es un elemento que se aprovecha en la construcción de tubos de rayos X y en aleaciones para piezas especiales de maquinaria. Su silicato doble de aluminio o berilio es la hermosa piedra preciosa, llamada esmeralda.

UNIDAD 18

LA VIDA EN LA TIERRA

18.1 El escenario primitivo.

En el estado actual de nuestros conocimientos científicos, quedan aún por establecer gran cantidad de detalles respecto al origen de la tierra y de la vida. Sin embargo, conocemos con certeza partes del proceso.

La ciencia moderna acepta que una gigantesca nube de gases y polvo giraba en torbellino, comenzó a condensarse por acción de su propia gravitación. En su centro se formó el Sol y los materiales densos que se concentraron en órbitas exteriores, dieron origen a los planetas.

18.2 Atmósfera y electricidad.

En la atmósfera primitiva que envolvía a la tierra, predominaban cuatro elementos: el hidrógeno, el carbono, el nitrógeno y el oxígeno no en forma pura, sino como compuestos hidrogenados a saber: el metano (CH_4), el amoníaco (NH_3) y el vapor de agua (H_2O).

La presencia de estos compuestos fue decisiva para el origen de los compuestos orgánicos como los aminoácidos y las proteínas, sin cuya existencia la vida no hubiera sido posible.

Como se ha demostrado en los trabajos de laboratorio realizados por Stanley L. Miller, una mezcla de hidrógeno, amoníaco y vapor de agua, sometida a descargas eléctricas y a la luz ultravioleta, da origen a los aminoácidos que a su vez son los constituyentes de las proteínas. El experimento de Miller fue una reconstrucción de lo que probablemente aconteció en la tierra hace unos 3.000 millones de años.

18.3 Lluvias y océanos.

El agua que había penetrado entre las rocas, surgía a la superficie de la tierra como en los géiseres actuales. De la atmósfera, saturada de vapor, caía en lluvias torrenciales que rápidamente se evaporaban en la superficie caliente de la tierra. Durante miles y miles de años en este proceso se fue enfriando lentamente el planeta.

En las depresiones de la tierra, se acumuló el agua formando océanos. En este medio líquido fue posible la aparición de los primeros compuestos orgánicos, de las primeras moléculas parecidas a las proteínas.

Es más difícil imaginar o explicar como al finalizar el período Pre-Cámbrico se organizaron los compuestos nucleótidos que dieron origen a las primeras células vivas.

Los seres vivos superiores (hombre, gato, eucalipto o palmera, etc.), son comunidades organizadas formadas por millones de células vivas que cumplen diversas funciones (digestivas, musculares, nerviosas, reproductoras, etc.). Al igual que las formas unicelulares, siempre la vida comienza en una célula o pequeña masa gelatinosa, el citoplasma en cuyo centro se halla una masa más pequeña, el núcleo celular.

Podemos comparar una célula a una fábrica que produce las sustancias químicas necesarias para la vida y el desarrollo del organismo. El núcleo equivaldría a la oficina de los directores.

18.4 La luz estelar.

Toda la vida en la tierra se "nutre" de la radiación de la estrella que es nuestro sol.

La vida en nuestro planeta se mantiene gracias a la capacidad de las células vegetales, para transformar la energía radiante del sol o sea la luz, en energía química que permite convertir sustancias inorgánicas en los alimentos.

Todas las células necesitan disponer de energía para mantener su propia estructura y realizar los trabajos mecánicos, eléctricos y químicos que constituyen sus procesos vitales de crecimiento y reproducción.

18.5 Los tiempos geológicos.

Para el estudio de la historia geológica de la tierra y de la aparición de series evolutivas de formas de vida (Paleontología) se ha dividido el tiempo transcurrido en cuatro grandes eras cuyos nombres son:

1. Era Arcaica o Azoica, que significa sin vida, y corresponde al tiempo transcurrido desde los comienzos de la formación de la tierra, hasta el momento en que se dieron las condiciones propicias para la aparición de la vida.

2. Primaria o Paleozoica, que significa era de la vida antigua, esto es de los seres más primitivos, en su mayoría de vida acuática.

3. Secundaria o **Mesozoica** o de la vida media, cuando numerosas especies comenzaron a vivir fuera del agua lo que supuso una adaptación a la respiración terrestre.

4. Terciaria y cuaternaria o **Cenozoica**, esto es la vida nueva o de los animales de aparición reciente.

Un esquema muy simplificado destinado a retener los nombres anteriores podría ser el siguiente: **Azoica** o antes de la vida; **Paleozoica** con predominio de peces y formas marinas; **Mesozoica** la de los grandes reptiles y **Cenozoica** la de los mamíferos.

Con excepción del Pre-cámbrico o Era Azoica, cada **era** se divide en **Períodos**, fundándose las divisiones en los fósiles que predominaron.

18.6 Azoico (también llamado Pre-Cámbrico).

El período que transcurre desde la formación de la tierra, hace unos 4.500 millones de años y la aparición de las primeras formas de vida se llama azoico.

Como los primeros organismos vivos, eran sin duda de tamaño microscópico, su cuerpo era blando y carecían de esqueleto, no tenemos posibilidad de hallar sus rastros. Sin embargo, en forma indirecta descubrimos su existencia.

El hallazgo de depósitos de carbón cuyo origen se debe a materias orgánicas y cuya antigüedad remonta a unos 3.000 millones de años, nos proporciona la fecha aproximada de la aparición de la vida.

Probablemente un gran número de microorganismos se adaptaron a una subsistencia mineral, como algunas bacterias actuales que viven del azufre y del hierro, las que derivan su energía de la oxidación de estos minerales.

Otros organismos vivos fueron capaces de transformar en orgánicos los compuestos inorgánicos gracias a la clorofila, que por la acción de los rayos solares, pueden elaborar la síntesis de las sustancias indispensables para la vida. A estos los llamamos **productores**.

Finalmente, otro grupo, halló la solución, consumiendo la materia orgánica fabricada por los anteriores, es decir, devorando a los productores; apareció así el grupo de los **CONSUMIDORES**.

Durante el Pre-Cámbrico aconteció un hecho extraordinario. Mientras la mayoría de los protozoos no tienen muerte natural, sino que simplemente se dividen y subdividen infinitamente, la aparición del **volvox**, reunión de un gran número de protozoos en una esfera gelatinosa, constituyó la existencia del primer ser que, en un momento dado, moría. Con la **muerte** aparece por tanto la **individualidad**.

Los verdaderos fósiles de este período, son algas cuya edad remonta a 2.700 millones de años. No dudamos que con anterioridad a ellas debieron existir infinidad de formas vegetales mucho más simples.

En cuanto a la existencia de animales, conocemos las huellas que dejaron algunos en el barro. Son las llamadas "pistas" de gusanos y medusas bastante parecidas a las especies que aún viven hoy día.

18.7 La era Primaria o Paleozoica.

Todas las eras se dividen en períodos en función de los grupos fósiles que predominaron. En esta era se distinguen seis períodos: Cámbrico; Ordovicense, Silúrico, Devónico, Carbonífero y Pérmico.

18.8 Cámbrico (que empezó hace 540 millones de años).

Es el primero y más antiguo período de la era paleozoica. Todas las formas de vida fueron acuáticas. Al principio aparecieron las esponjas rudimentarias que con las algas cubrieron las plataformas continentales.

El grupo dominante fue el de los artrópodos, en especial los **trilobites**; su cuerpo presentaba tres lóbulos como indica su nombre, la cabeza ancha, se prolongaba hacia los lados con dos placas semicirculares y en cada segmento estaban dispuestas un par de patas. El tamaño de los trilobites varía desde los que no son mayores que la cabeza de un alfiler, a otros, cuyo tamaño alcanzaba 66 centímetros.

Un gran número de conchas bivalvas, nos muestra la existencia de **braquiópodos** de los que descienden las especies actuales; a diferencia de los moluscos, una valva es dorsal y otra ventral.

Vivieron en esta época los animales unicelulares que han alcanzado mayor tamaño: los **radiolarios**.

Proliferaron los **moluscos**, primeros representantes de los caracoles protegidos por una concha.

Los **holotúridos** de cuerpo cilíndrico y piel lisa y coriácea (como el actual pepinillo de mar) que tenía la boca, en la parte superior, rodeada por cinco o más tentáculos y las **estrellas de mar** desarrollaron un gran número de especies.

Medusas, gusanos y un buen número de animales de cuerpo blando quedaron enterrados en el suelo fangoso que al endurecerse, nos ha proporcionado el molde de estos animales fósiles.

18.9 Ordovicense (que comenzó hace 420 millones de años).

La duración de este período es de unos 70 millones de años. Fue una época de clima benigno en que se produjeron las mayores inundaciones de la historia de la Tierra. Los mares eran cálidos, en su mayoría pocos profundos y rebosantes de vida; esto influyó en la formación de grandes depósitos de caliza.

La vida era predominantemente marina, pero algunas especies empezaron a emigrar hacia ríos y lagunas. Para el final de este período predominan las especies protegidas por corazas calcáreas o esqueletos externos y patas articuladas. Abundaban los cefalópodos, parecidos a nuestros pulpos y aparecieron los primeros vertebrados, eran peces cubiertos por una armadura ósea.

Es importante recordar que la vida en el período ordovicense sólo se desarrolló en el agua y que, en este momento, aparecieron los animales con esqueleto óseo.

18.10 Silúrico (que comenzó hace 350 millones de años).

En los 80 millones de años que siguieron al ordovicense se produjo un hecho decisivo: la vida pasó del mar a la tierra firme.

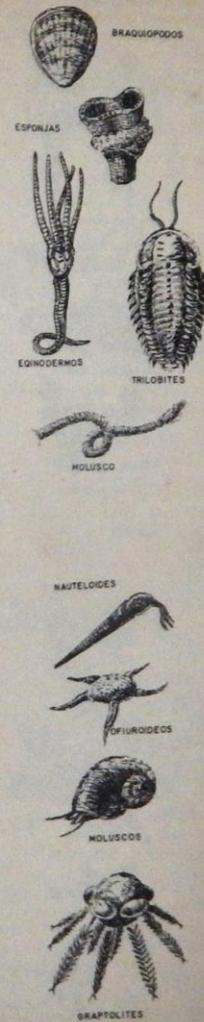
Aparecen en este período los peces placodermos con maxilares dentados. Algo más tarde la vida ensayaría otra fórmula, la de los peces cartilagosos (que tienen cartilago en lugar de hueso). Este ensayo tuvo éxito y los actuales tiburones y rayas, son sus descendientes.

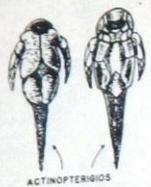
Vivieron durante el silúrico los **equinodermos** crinoideos, conocidos como lirios del mar. Se fijaban al suelo por un largo tallo que en su parte alta se ramificaba en gran número de brazos, lo que les daba la apariencia de una planta.

Durante el Silúrico se produjo un cambio decisivo en la vida, la cual abandonando el medio acuático se trasladó a la tierra. Este cambio fue posible gracias a que las algas se adaptaron a vivir del aire durante los períodos de baja mar. De los terrenos de marisma ascendieron hacia la tierra seca más alta, lanzando brotes aéreos que esparcían sus esporas y hundían algunas ramas en el suelo para disponer de agua.

18.11 Devónico (que comenzó hace 320 millones de años).

Corresponde a la época en que se produjeron los grandes movimientos de la corteza terrestre, la actividad volcánica fue permanente y de gran intensidad. Los fondos marinos se elevaron dando origen a las grandes cordilleras que se





ACTINOPTERIGIOS



CROSOPTERIGIO



PROTOPTERIDIO



LEPIDODENDRON



MEGANEURA



SEYMOURIA

levantaron por encima del nivel del mar, a la vez que las antiguas tierras continentales se convirtieron en lechos marinos.

Generalizando, se dice que el **Devónico es el periodo de los peces**. Puede aceptarse así, puesto que los mayores cambios y las nuevas formas de adaptación evolutiva se dan en ellos.

Un grupo de peces óseos desarrolló un tipo nuevo de órgano respiratorio; consistía en una vejiga que permitía obtener cantidad suficiente de oxígeno para respirar fuera del agua. Se clasifican estos peces como **crosopterigios** y hoy quedan sus últimos representantes que viven en agua dulce, pueden respirar aire, y en períodos de sequía sobreviven enterrados en el barro seco.

Una variante, la de los **celecantos**, que vivían en las lagunas terrestres, evolucionaron hasta desarrollar fuertes huesos en sus aletas, que equivalentes a unas patas primitivas, les permitían desplazarse arrastrándose.

Durante el Devónico cambió por completo el escenario de la tierra. Esta se cubrió con el manto verde de los vegetales, que ya más evolucionados desarrollaron verdaderas raíces, tallos y hojas, apareciendo nuevas soluciones para la forma de las semillas.

Lo decisivamente importante en este periodo es, pues, el amplio desarrollo de las plantas con semillas, el comienzo de la adaptación a la respiración aérea y la aparición de los órganos de arrastre, o esqueleto primario de las extremidades que permitían moverse en la superficie terrestre.

18.12 Carbonífero (que comenzó hace 275 millones de años).

En este periodo se redujo la actividad geológica en la corteza terrestre. Extensas zonas del hemisferio norte se transformaron en pantanos.

La vegetación alcanzó un desarrollo jamás igualado. Junto a las lagunas poco profundas, de aguas en putrefacción, aparecieron espesos bosques donde crecían plantas como los **lepidodendros** de unos 30 metros de altura, los equisetos de 15 metros y los helechos gigantes, rodeados de una espesa flora de menor tamaño.

Estas plantas, al morir, caían en el fondo pantanoso sobrecargado de materia orgánica. Se descomponían allí lentamente para convertirse en **turba**, que posteriormente se transformó en **carbón fósil** cuando los depósitos se hundieron y comprimieron a consecuencia de cambios geológicos.

Durante el Carbonífero aparecieron los primeros insectos voladores, tuvieron un rápido desarrollo y algunos alcanzaron un tamaño sorprendente, como es el caso de la "Meganeura" igual a nuestras libélulas, pero de 70 cms. de envergadura.

Los anfibios tomaron formas y tamaños diferentes, aunque para su reproducción necesitaban poner sus huevos en el agua, donde el macho los fecundaba. Al nacer la larva acuática, semejante a un pez, vivía en el agua hasta conseguir la forma adulta capaz de respirar en el aire.

Un gran cambio se produjo durante el carbonífero al aparecer los reptiles, pues éstos para reproducirse no dependían del agua. En los reptiles los huevos son fecundados en el interior del cuerpo de la madre y durante un tiempo se desarrollan en él para luego, cubiertos por una capa protectora (cáscara), ser puestos al exterior para incubarse hasta la eclosión y nacimiento.

La evolución de los reptiles se produjo en gran número de direcciones y variantes. De sus descendientes, las serpientes y lagartos, las tortugas, los cocodrilos, los caimanes y el tuatera (que sólo sobrevive en Nueva Zelandia) nos indican cuatro formas distintas entre las doce ramas de reptiles que han sobrevivido.

Es importante retener que de uno de los grupos de estos primitivos reptiles tuvieron origen las aves, y que de otro grupo, también reptil, proceden los mamíferos.

18.13 Pérmico (que comenzó hace 220 millones de años).

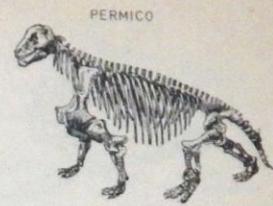
Este último periodo de la era Paleozoica comenzó hace unos 220 millones de años, tiempos cuando desaparecieron los **trilobites**, que fue el fósil clásico de esta edad de la vida antigua.

El comienzo del Pérmico quedó marcado por cambios radicales en el clima. Así, el hemisferio norte con su extensa vegetación carbonífera, se transformó en zona desértica, mientras, en el hemisferio sur se presentaban sucesivos períodos glaciales que cubrían de hielo las zonas continentales.

Las nuevas condiciones del clima significaron la desaparición de aquellas especies incapaces de transformarse o adaptarse. La desecación lenta de los mares del hemisferio norte, significó un aumento de su salinidad que hizo desaparecer a los últimos trilobites, muchas especies de corales y casi todos los braquiópodos y equinodermos.

Un gran número de variedades de tiburones y placodermos se extinguieron, mientras los vertebrados marinos se transformaron.

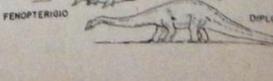
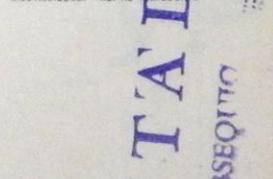
La mayoría de los anfibios primitivos fue sustituida por otros de gran tamaño, a la vez, que comenzaron a diferenciarse los reptiles, especializándose unos como carnívoros y otros como herbívoros.



MOSCHOPS CAPENSIS

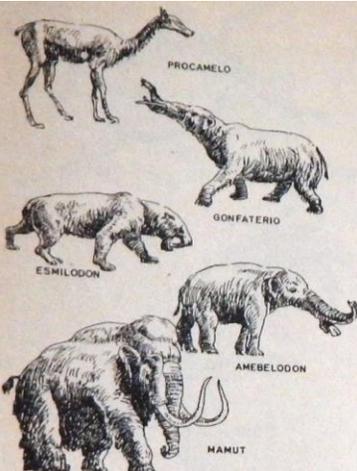


MOSTRANZEWIA - REPTIL TERIOGENE



PERMICO

VOLUNTAD ELEGIDA OBSEQUIO



El grupo de los **ornifisquias** dio origen a las variaciones más sorprendentes, como el **estegosauro** de 6 metros tenía unas enormes placas triangulares. El grupo de los **terosauros**, desarrolló unas alas formadas por la extensión de la piel del cuerpo semejantes a la de los actuales murciélagos. Hoy se cree que no eran capaces de volar, y sólo aprovechaban para saltar, la fuerza del viento, levantándose en forma parecida a nuestras cometas.

El Jurásico fue rico en cambios. Durante este período aparecen las primeras aves. Sus antecesores fueron los reptiles, pero el fósil más importante para seguir el proceso de su evolución es el **Archaeopteryx**. Aun cuando su esqueleto y en especial su cola lo emparenta con el **Saltapochus**, un lagarto trepador, con el **archaeopteryx**, comienza la existencia de verdaderas plumas. Sería necesario que transcurriesen otros 100 millones de años para llegar a las aves actuales.

18.17 Cretáceo (que empezó hace 140 millones de años).

Durante algún tiempo la temperatura descendió, lo que probablemente redujo la fauna de las zonas pantanosas y obligó a los dinosaurios herbívoros a adaptarse para habitar zonas altas y llanuras no inundadas.

El nombre de Cretáceo, está asociado a un tipo de rocas formadas en este período y predominantes en casi todo el mundo. La **creta** es una caliza blanda, que tuvo origen en la pequeña cantidad de cal que poseen ciertas plantas o algunos animales cuyas conchas contienen carbonato cálcico. Al morir éstos, se iba constituyendo un depósito que alcanzaba unos 3 centímetros de espesor cada 2.500 años. Así en las costas de Inglaterra, donde hallamos capas de creta con más de 300 metros de espesor, podemos deducir que se necesitaron unos 30 millones de años para que se formasen.

Vimos cómo la era Paleozoica terminó con grandes cambios en la superficie terrestre, que crearon nuevas montañas y cordilleras, lo que se acompañó de un cambio de clima y de extensas glaciaciones.

Al final del Mesozoico ocurrió un cambio similar, aunque no tan violento. En estos tiempos finales un buen número de especies de reptiles desaparecieron, mientras muchos otros regresaron a la vida marina.

18.18 Era Cenozoica (de los animales nuevos).

Corresponde a la era actual, que comenzó hace 70 millones de años. Se la divide en dos períodos: Terciario y Cuaternario.



Se caracteriza por el predominio de los mamíferos o animales vertebrados de sangre caliente, que paren hijos vivos y son amantados en la primera etapa de su vida. Más importante aún, es la evolución hacia estructuras del cerebro cada vez más complejas, con índices de inteligencia cada vez superiores hasta llegar al desarrollo síquico del hombre.

El período terciario comenzó hace 70 millones de años y el Cuaternario hace un millón y medio aproximadamente; división que es un poco artificial, pues se considera que el Cuaternario comienza con la primera glaciación y también porque, a comienzos de nuestro siglo, se aceptaba el Cuaternario como la época en que apareció la especie **Homo** o sea el hombre.

Algunos autores subdividen el terciario en cuatro etapas: eoceno, oligoceno, mioceno y plioceno, de la más antigua a la más reciente, de acuerdo con las modificaciones de la fauna y flora.

18.19 Terciario.

No olvidemos que durante millones de años los mamíferos coexistieron con los dinosaurios (se han conservado fósiles de mamíferos que vivieron en el jurásico).

La flora de los comienzos del terciario era muy semejante a la actual. La fauna marina, tanto de vertebrados como esponjas, moluscos y caracoles era prácticamente igual a la que hoy existe. En esta era aparecieron también casi todos los insectos que hoy existen.

Hacia mitad del Terciario, desaparecieron grandes extensiones de bosques y se transformaron en praderas, cambio muy importante, pues facilitó el desarrollo de los animales herbívoros.

Es interesante anotar que en el único lugar de la tierra donde se encuentran mamíferos arcaicos o muy primitivos es el continente australiano, y que precisamente es en Australia, donde con exclusión de cualquier otro lugar, encontramos hoy viva la fauna puesta por el **ornitorrinco**, los **equidna** y los **canjuros** que son mamíferos primitivos. Los dos primeros son del orden de los **monotremas**, que ponen huevos y el canjuro que pare sus hijos antes de estar desarrollados por completo, lo que hace necesario que la hembra lo lleve en una bolsa abdominal hasta su desarrollo lo que, en ese momento, es equivalente al parto de los demás mamíferos.

Hace 55 millones de años, el grupo de mamíferos (pantotéridos) (lo que significa "verdaderos" mamíferos), que comprende algunos marsupiales como la zarigüeya y los realmente placentarios, comenzaron a predominar y se

especializaron tanto que es fácil reconocer las formas siempre de menor tamaño de las que descienden las especies actuales.

La particularidad de los nimeles del terciario es su pequeño tamaño. Los caballos y los camellos no eran mayores que un perro. Los ancestros del rinoceronte no eran mayores que un marrano y los primeros elefantes no alcanzaban la altura de un metro.

Entre los animales de presa, representados por el grupo de los **creodontes** se produjeron dos ramas: la de los perros, lobos y osos y la de los gatos, tigres y leones.

18.20 Cuaternario.

Hace aproximadamente un millón y medio de años se produjo un cambio climático de gran importancia; de nuevo una era glacial cubrió con grandes masas de hielo la zona continental del hemisferio norte. Una capa que, en ocasiones, tuvo hasta 3.000 metros de potencial (grueso) sepultó todo el Canadá y la mitad de Estados Unidos, todo el norte de Europa, los Alpes, el Himalaya, Hawai y Japón. También un gran escudo de hielo se formó en la Antártida. Aproximadamente un 28 o 30% de la tierra estuvo cubierta por los hielos glaciares.

El avance de los hielos se detuvo en algunos períodos y los climas más benignos de los períodos interglaciares, significaron una serie de cambios tanto de los mares y costas como del sistema hidrográfico. Así el Báltico fue, sucesivamente, un lago interior de agua dulce y un mar salado conectado al océano, como lo demuestran los moluscos que encontramos en sus costas.

La erosión de los glaciares, la formación de nuevos lagos, el recorte de las costas de Noruega cuyos fiordos se originaron por el enorme peso del hielo y las diferencias del nivel de los mares que, a su vez, hicieron avanzar o retroceder las zonas del delta de los ríos, han permitido a los geólogos establecer mapas detallados de estos cambios.

Es necesario dejar claramente establecido que vivimos en la era Cenozoica, iniciada hace 70 millones de años; que estamos en un período interglacial cálido, ya que los actuales casquetes de los hielos polares se han reducido a una décima parte de lo que fueron durante el máximo de extensión glacial.



REPRESENTANTES VIVOS DEL ORDEN DE LOS PRIMATES.

Actualmente, cada año el grueso de los hielos se reduce a unos 60 centímetros y el nivel de los océanos sube unos 2,5 centímetros, invadiendo las llanuras costeras. El clima seguirá siendo más cálido y los cálculos de los geólogos suponen que hacia el año 10.000, París tendrá la temperatura actual de las islas Canarias y hacia el 20.000 será como el de las zonas del Ecuador actual.

Todo hace suponer que entonces una variación de la órbita terrestre invertirá la situación y los hielos cubrirán ciudades como Montreal, Oslo, Estocolmo, Chicago, Boston y Londres. Y estas apreciaciones, visibles para el próximo millón de años, durarán mientras perdure el actual sistema montañoso. Cuando éste haya desaparecido, se formarán nuevas montañas y cambiarán los continentes y esto continuará mientras el sol siga brillando en el cielo.

18.21 Aparición y desaparición de grandes mamíferos.

Durante el Cuaternario los **mastodontes** y los **mamuts** representados por cuatro especies (los actuales elefantes son sus descendientes), junto con los enormes armadillos como el **gliptodon**, los perezosos del tipo del **milodonte** y el **megaterio**, este último más pesado que el elefante, pues erguido alcanzaba a más de 6 metros de altura, aparecieron y desaparecieron.

No es fácil asegurar que ello se debió a su incapacidad para adaptarse a las condiciones ecológicas, esto es a la relación clima, paisaje, flora y fauna en competición y aún a la aparición de una nueva especie como el hombre. Algo parecido sucedió como hemos visto, con los grandes reptiles, solo que en nuestra era Cenozoica el proceso fue más rápido y acelerado.

18.22 El proceso de cefalización.

Todo indica que la historia de la vida queda marcada por un continuo aumento de los sistemas de percepción, o sea de un desarrollo de órganos sensoriales más perfectos y de un sistema nervioso más complejo, preciso y eficaz.

Estos atributos llevaron al buen éxito de los mamíferos; pues si se comparan peso por peso con los grandes dinosaurios, estos reptiles no alcanzaron a ser muy diferentes a un simple autómata.

La era Cenozoica representa el momento en que el perfeccionamiento del sistema nervioso y el crecimiento del cerebro adquieren máxima importancia; se llega así al punto culminante del progreso evolutivo con la aparición del hombre, especie que tiene por encima de todas las anteriores, la capacidad de modificar su propio ambiente, de regir y alterar el curso de la evolución, incluyendo la suya propia, pudiendo ser dueño de su propio destino.

Palabras nuevas:

Trilobites	Equisetos	Cinognato	Termes
Braquiópodos	Glosopteris	Ammonites	Creta
Radiolarios	Cicadineas	Placodermos	Monotermos
Holotúridos	Archosauria	Equinodermos	Placentarios

RETENGAMOS LO ESENCIAL DEL TEMA

El Sol se formó por condensación de átomos de hidrógeno que, por gravedad atrajo hacia su centro una masa mayor aumentando la presión lo que ocasionó una elevación de la temperatura; la cual al llegar a miles de grados, desencadenó una reacción nuclear que dio origen a elementos más pesados como el helio y siguientes.

2. El Sol, al girar expulsó un anillo ecuatorial donde se hallaban los elementos pesados que dieron origen al sistema de planetas que, por eso, llamamos solar; gracias a la condensación de gases y polvo cósmico a causa de la atracción de la gravedad. Su poca masa les impidió alcanzar altas temperaturas por lo que se fueron enfriando.

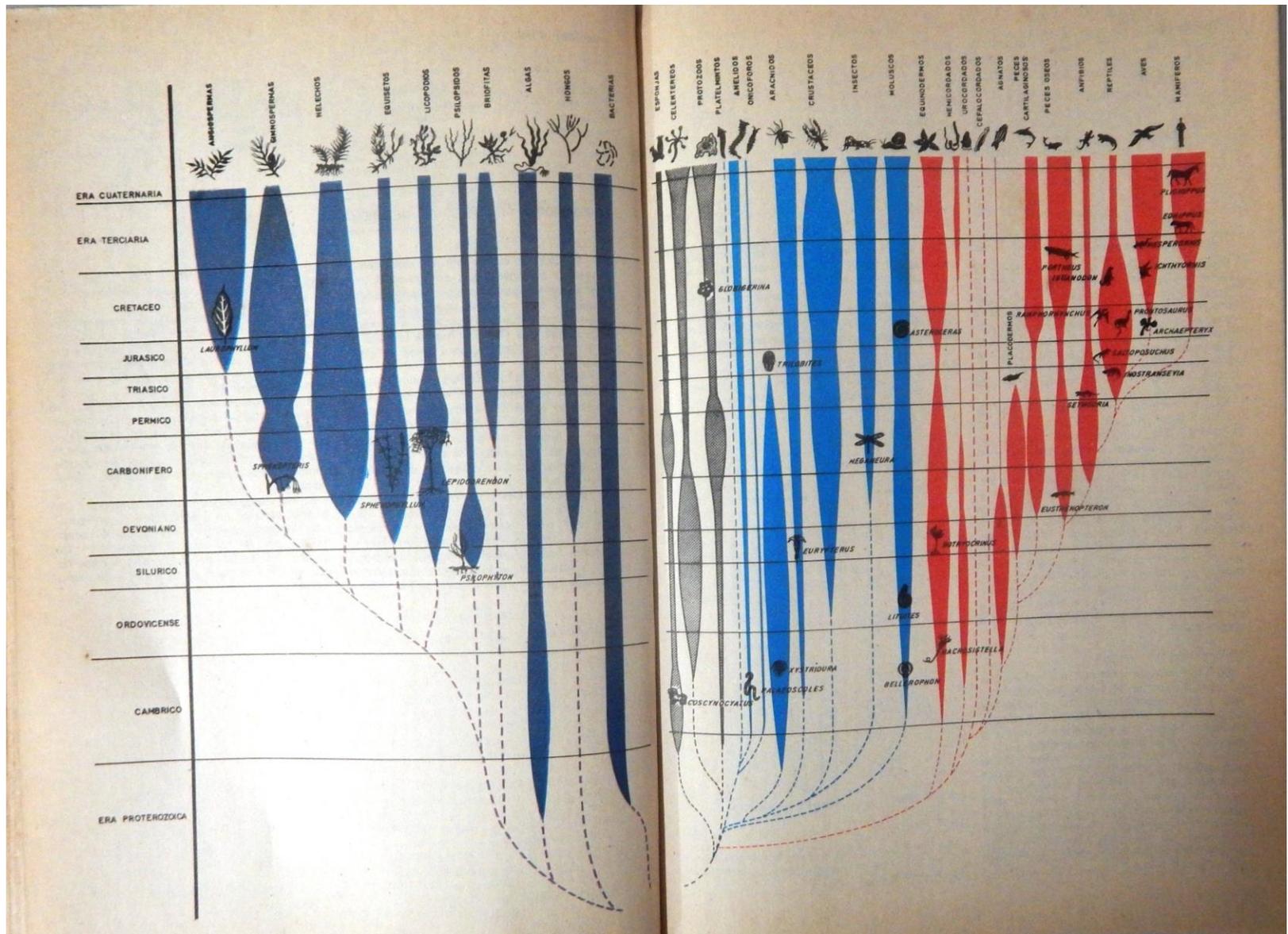
3. El planeta Tierra, por razón de su órbita y de su distancia del Sol, tuvo condiciones especiales que permitieron la serie de reacciones químicas entre los elementos que formaban su atmósfera para producir compuestos hidrogenados y nitrogenados, los cuales al disolverse en el agua de los mares primitivos y bajo la influen-

cia de las radiaciones ultravioletas y los rayos eléctricos, formaron complejas moléculas que originaron los organismos vivos.

4. Se formaron moléculas de **aminoácidos**; éstas al unirse con otras, conformaron las formas simples de células que, muy lentamente, aprendieron a aprovechar la energía solar para transformar los materiales inorgánicos en alimento (fotosíntesis).

5. El lento proceso evolutivo de la vida demanda para su comprensión el observar el cambio ocurrido en las especies vegetales y animales a través de millones de años (estudia el gráfico respectivo), para alcanzar formas más complejas que sustituyan a las que iban desapareciendo.

6. Las **eras geológicas** se caracterizan por los grandes cambios en la estructura y configuración del globo, mientras los períodos se caracterizan por la aparición y desaparición de condiciones locales con sus propias formas de vida vegetal y animal que hoy conocemos como fósiles.



LA PRE-VIDA

19.1 Arquitectura atómica.

Todos los átomos de un mismo elemento están rigurosamente contruidos según un mismo modelo. Cuando los átomos se unen para formar moléculas, éstas también corresponden a modelos exactos. Así, la molécula del hidrógeno es como una pesa de gimnasia. La molécula de agua es un edificio, en forma de circunflejo con un átomo de oxígeno en la cúspide y dos brazos, con un átomo de hidrógeno en cada extremo.

En una molécula de amoníaco formada por cuatro átomos (uno de nitrógeno y tres de hidrógeno) vemos que éstos constituyen una pirámide, cuyos ángulos, aristas y tamaños tienen valores fijos siempre iguales.

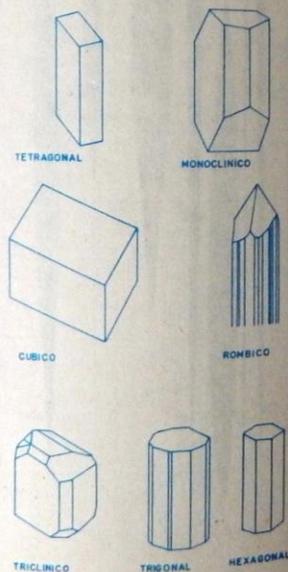
Al estudiar el carbono vemos que se nos presentan dos variedades, el grafito y el diamante. Son muy distintas: el diamante es uno de los cuerpos de mayor dureza, mientras el grafito es friable y blando. Sabemos que esto es simple consecuencia de la disposición o arquitectura de los átomos del carbono. Esta doble solución posible constituye una gran lección y nos enseña que las características de una sustancia dependen más de la manera como están unidos sus átomos y moléculas que de los elementos que la componen.

19.2 Cristales.

Durante siglos se creyó que las características de un cuerpo sólido se debían a su contenido o sea, a los ingredientes que lo formaban. Se suponía que la dureza del diamante, la conductividad del cobre o la magnetización del hierro dependían de su composición química.

Hoy sabemos que un gran número de las propiedades que presentan los sólidos están determinadas por su estructura. Sabemos que lo que hace aparecer a un sólido rígido, se debe tanto a la disposición de sus átomos como a la mayor proximidad de las agrupaciones que conforman sus moléculas. En resumen, las características de un sólido están determinadas por su estructura.

Sólo a fines del siglo pasado se descubrió que infinidad de sólidos sin apariencia traslúcida están compuestos por cristales. Más tarde, en 1912 gracias a los rayos X fue posible descubrir el interior de muchas sustancias rigidamente ordenado. El estudio de la arquitectura interior de los sólidos, dio origen a la cristalografía.



En los materiales sólidos de la naturaleza, existen sólo siete grupos principales de cristales que se clasifican así:

Grupo o sistema	Ejemplos
1 Cúbico.	Diamante, oro, plata, hierro, cobre y plomo.
2 Tetragonal.	Estaño y circonio.
3 Rombico.	Azufre, yodo y topacio.
4 Monoclinico.	Yeso, azúcar de caña y bórax.
5 Triclinico.	Sulfato de cobre.
6 Trigonal.	Cuarzo, hielo y grafito.
7 Hexagonal.	Zinc, calcio y magnesio.

Dado que en cada sistema pueden agruparse los átomos en simetrías diferentes, la cristalografía establece 32 subcategorías.

19.3 Cristalización.

Se denomina así a la formación de sustancias cristalinas a partir de disoluciones o masas fundidas.

Toda sustancia pura cristalina, está formada por átomos, iones o moléculas dispuestos a distancias regulares fijas e igualmente orientadas.

Luego, la cristalización supone la colocación en orden de los átomos. Para entenderlo podemos imaginar lo siguiente: cuando colocamos en fila una serie de bolas, considerándolas como los átomos, hacemos una línea unidimensional; si ponemos a su lado varias líneas, una junto a la otra, creamos un plano o sea una estructura bidimensional y si colocamos varios planos de bolas unas encima de otras, obtenemos una estructura tridimensional: o sea, un sólido cristalizado.

Los cristales son estructuras sólidas, cuyos átomos están ordenados y rigidamente distribuidos en el espacio.

19.4 Formación de los cristales.

Al dejar en "libertad" a los átomos de una sustancia sólida, vemos que poseen una tendencia a "ordenarse" en una forma preferida.

Podemos "liberar" los átomos al disolver la sustancia o al fundirla, pues ya sabemos cómo en el estado líquido es mayor la posibilidad de movimiento de átomos y moléculas.

Pero, la cristalización sólo comienza cuando una solución está saturada, o sea, cuando el disolvente no es capaz de seguir disolviendo más sustancia soluble. La temperatura influye en este proceso: al aumentarla se facilitará la disolución de mayor cantidad del soluto.

La formación de los primeros cristales se llama nucleación. Generalmente, el primer cristal se organiza a partir de una impureza, como pue-

de ser un grano de polvo. Pero en el laboratorio se obtiene "sembrando" en la disolución concentrada (agua madre) un pequeño cristal de la misma sustancia disuelta (inoculación).

Una vez que se han formado los primeros cristales, la velocidad de crecimiento o de cristalización depende del grado de saturación, de la rapidez con que se evapora el solvente, o de la intensidad del enfriamiento.

19.5 Crecimiento cristalino.

Durante su crecimiento los cristales conservan, a menudo, una misma forma. Se presentan excepciones, y la regularidad del crecimiento puede alterarse debido a impurezas, cuerpos extraños a la composición del propio cristal, o contactos con los cristales que comenzaron a formarse en otro centro de nucleación.

Con relativa frecuencia los cristales de una misma sustancia se presentan reunidos, formando complejos cristalinos. En ocasiones crecen los cristales en forma paralela, muy común en el cuarzo, en otras crecen según una simetría determinada, más o menos complicada a la que se llama macla.

19.6 Estado coloidal.

Al mezclar una sustancia con agua, pueden obtenerse:

1. Una verdadera solución, como es el caso cuando se disuelve la sal común o el azúcar en agua.
2. Una suspensión, como cuando mezclamos agua y arcilla, pues comprobamos que, al cabo de un tiempo la arcilla queda depositada en el fondo.
3. Una solución coloidal, cuando las partículas dispersas son demasiado pequeñas para depositarse (como sucede con la arcilla) y demasiado grandes para formar una verdadera solución.

Muchas sustancias comunes son coloides: la crema, la mantequilla, la gelatina, la niebla y el jabón son ejemplos corrientes.

Los coloides son de diferentes tipos: pueden ser partículas sólidas en un líquido, como la cola que usamos como pegante; partículas sólidas en un gas, como el humo y partículas líquidas en un gas, como en la niebla.

Cuando el tipo de coloide se origina en un líquido que está en suspensión en otro líquido, como el caso de la crema, constituida por gotas de aceite dispersas en agua, decimos que se trata de una emulsión.

En todos los casos, se dice que son sistemas coloidales, por el tamaño de las partículas dispersas.

19.7 Coloide.

Se llama coloide a toda sustancia dispersa en un líquido, en forma tal que sus moléculas no están separadas como en una verdadera solución, sino que están unidas en grupos cuyo diámetro oscila entre 0.1 y 0.001 micrones.

Las propiedades únicas de los coloides se deben a su gran área superficial. Muchas reacciones sólo se producen en la superficie de las sustancias en contacto, por lo cual un sistema coloidal constituye un medio muy adecuado para reacciones rápidas.

19.8 Coacervación.

Consideremos la gelatina como si fuese un cuerpo simple para ver qué sucede al reunir:

gelatina + agua + alcohol

La adición de alcohol, o sea, un tercer componente produce la separación de una solución coloidal en dos líquidos: uno formado por grandes moléculas, rico en coloides, al que se llama coacervato y otro, una solución acuosa de alcohol que llamamos agente coacervante.

Gracias a la coacervación, las sustancias dejan el estado soluble, donde sus moléculas se mueven libremente para ordenarse en formas más fijas, capaces de reaccionar para integrar nuevas moléculas más complejas como las que componen los organismos vivos.

19.9 En los límites de la vida y lo inanimado.

La cristalografía, la química y la biología se reúnen para explicar los límites entre el mundo de lo vivo y la materia inanimada.

Se trata de las investigaciones sobre los virus, que pueden presentarse bajo la forma de simples cristales inertes, cuya estructura geométrica no permite sospechar la existencia de vida y que igualmente pasan a ser una materia animada, dotada de iniciativa y voluntad, capaces de engañar, adaptarse, esperar y atacar a las células vivas.

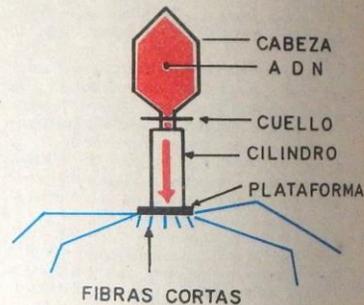
19.10 Virus.

Todavía algunos autores consideran que los virus no pueden existir como parásitos de una materia viva más evolucionada como es la célula, que aporta las sustancias que el virus necesita y que él mismo es incapaz de producir.

Los virus son los microorganismos más rudimentarios, en general poseen la misma estructura fundamental: una cubierta externa protectora constituida por proteínas y en el interior un largo filamento de ácido nucleico, que es diferente para cada virus, y sirve para que siga "reproduciéndose" en formas iguales.

19.11 Reproducción de los virus.

El virus se sirve de la misma organización vital de la célula a la que está atacando para "reproducirse". Comienza por fijarse a la pared exterior de ella, y mientras su cápsula o cubierta proteínica queda fijada a la membrana de la célula, su filamento de ácido nucleico se "cuela" en el cuerpo de la célula, invadiéndola.



Entonces se inicia el proceso reproductivo, pues las moléculas del filamento del virus agresor cambian los órdenes del funcionamiento normal de la célula, obligándola a "fabricar" nuevos virus iguales al agresor. Estos "nacieron" en el interior de la célula y crecen gracias a las mismas sustancias que la célula destinaba a su propio crecimiento y reproducción. Finalmente, la pared celular se rompe y los nuevos virus salen al exterior para atacar a otras células. Así se propaga la infección viral por repetición del proceso.

19.12 Los virus en los orígenes de la vida.

Si bien los virus se consideran la forma más simple de la vida, nada justifica pensar que los virus actuales sean iguales a los que pudieron existir al comenzar la vida en la tierra. Es probable

que los primeros virus tuvieron aptitud para alimentarse de las moléculas orgánicas que hallaban a su alrededor, mientras los actuales representarían formas degeneradas de descendencia.

Aún existen bacterias arcaicas que viven gracias a su capacidad para obtener alimento y energía directamente de sustancias minerales, como las "bacterias del azufre" y las "bacterias del hierro", las cuales de hecho, sólo necesitan oxígeno para oxidar compuestos inorgánicos de azufre o hierro. Su acción durante millones de siglos fue tan importante que nosotros, prácticamente, ahora explotamos los yacimientos de hierro creados por el trabajo de aquellas bacterias.

19.13 Hacia la vida.

El átomo es una máquina, dada la actividad y movimiento de sus electrones. La molécula de hidrógeno reducida a solo dos átomos vibra. Las moléculas más complejas son verdaderas maquinarias.

Bajo los efectos de la radiación ultravioleta del Sol, que cuando la Tierra era joven, alcanzaban hasta la superficie de los océanos (hoy los detienen las capas de la atmósfera), los átomos de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno dieron origen a los aminoácidos.

Estos aminoácidos pueden formar cadenas muy largas y disponerse en orden diferente como los vagones de un tren. Según sea la serie serán sus características.

Subsistieron aquellas asociaciones de aminoácidos más estables y capaces de crear asociaciones cada vez más complejas, las que tendían

a repetirse. Así se construyeron edificios moleculares cada vez más perfectos, más aptos para luchar y capaces de autorreproducirse.

Fue un gigantesco y largo proceso el que dio origen al ordenamiento del edificio molecular que es la célula y con ella la aparición de la vida.

19.14 La primera hora.

Por diferentes métodos los científicos han establecido la edad de la Tierra. Hoy podemos estar seguros que nuestro planeta comenzó hace unos 4.500 millones de años.

Los restos fósiles más antiguos que conocemos hoy se hallaron en Rhodesia del Sur; son los restos de algas incluidas en el grafito calizo, cuya edad es con toda seguridad de 2.700 millones de años. Sin embargo, deducimos que mucho antes existieron seres infinitamente más simples porque de ellos tenemos testimonio indirecto.

Esto es posible porque los depósitos calcáreos, transformados en rocas metamórficas como ciertos mármoles, tuvieron igual origen que otros más recientes que se siguen formando también por la acción de microorganismos simples. Igualmente conocemos delgadas capas de carbón que, con seguridad, provienen de desintegraciones orgánicas.

Todo ello nos indica que los primeros microorganismos vivos carecían de esqueleto rígido, lo que impide la existencia de "verdaderos" fósiles, pero hace posible sospechar que las primeras manifestaciones de vida tienen una antigüedad de 3.000 millones de años.

Palabras nuevas:

Desintegraciones	Nucleación	Coloides
Estructura (sólidos)	Macla	Emulsión
Cristalización	Suspensión	Coacervantes

RETENTAMOS LO ESENCIAL DEL TEMA

1. Gracias a la posibilidad de medir la desintegración de ciertos elementos radioactivos en otros de menor peso atómico, se ha determinado que desde que la Tierra se formó, hasta las primeras condiciones favorables a la vida, transcurrieron unos 2.000 millones de años (2 eones).

2. Todos los elementos tienen estructura cristalina, más evidente en algunos (diamante, cuarzo, berilio) que en otros como el hierro o el grafito. Mientras, el vidrio por no tener sus átomos posiciones cristalinas se asemeja a un líquido, aunque parece cristal.

INSTITUTO LUCAS PACIOLO
 BIBLIOTECA
 BARRAQUILLA-001

3. La formación de los cristales, a partir de una solución solo ocurre cuando se encuentra saturada, o sea, cuando la abundancia de sólido es tal que los átomos tienden a buscar sus posiciones fijas, a partir de un punto de nucleación.

4. Recordemos que la solución, la suspensión y el sistema coloidal dependen del tamaño y dispersión de las partículas en el medio que puede ser líquido o gaseoso.

5. El estudio de la formación de los coacervatos solo lo vemos aquí en función de su complejidad como estructura molecular, pero más adelante, tendremos que volver a verlo en toda su importancia biológica.

6. Es de importancia clave para la comprensión de los procesos vitales entender que los virus representan una estructura intermedia entre la materia inerte y los organismos vivos que, si bien no puede reproducirse por sí misma, tiene la capacidad de obligar a la célula a producirle ácido nucleico que necesita para su reproducción; lo que constituye la infección viral que la sufre. Esto nos lleva a considerarlos dentro de un grupo especial que no es ni ser vivo ni forma inorgánica.

TRABAJOS PRÁCTICOS

Experiencia 1.

Toma una taza de agua y agrégale otra taza de sal de cocina. Agita hasta disolver esta mezcla; déjala en reposo y espera que el agua se evapore. Verás cómo se descomponen los cristales de sal. Anota los cambios de todo el proceso, de acuerdo con lo estudiado en el texto.

Experiencia 2.

Deslíe un poco de gelatina en agua templada y luego añádele alcohol. Se producirá la coacervación que podrás observar con una lupa. Anota los datos de tu observación y el resultado final. Compara éstos con el contenido del texto.

La siguiente serie de experimentos son muy espectaculares y te ilustran sobre las posibilidades de algunos compuestos químicos que adoptan formas parecidas a las vivientes; haz los siguientes:

Experiencia 3.

Células artificiales: prepara una solución de gelatina al 5% y vierte encima unas gotas de solución de ferrocianuro de potasio al 10%. Verás aparecer la simulación de un tejido vegetal que observarás con la lupa.

Experiencia 4.

Efecto morfogénico: en una solución de gelatina al 5% agrega unos centímetros cúbicos de solución de cloruro de sodio saturada y ponla al baño maría; al cristalizar la sal adoptará formas "parecidas" a las células.

Experiencia 5.

Plantas artificiales: haz unas bolitas con sulfuro de cobre (dos partes) y azúcar (una parte). En una cubeta grande (un acuario) pon solución de gelatina al 10% (15 partes), solución saturada de ferrocianuro de potasio (6 partes), solución saturada de cloruro de sodio (5 partes) y agua (100 partes). Mantenlo a 30°C. y verás un crecimiento pseudo-vital. Las bolitas se hincharán como semillas y echarán brotes similares al tallo y a las raíces de una planta.

Experiencia 6.

Arboles artificiales: prepara unas bolitas con una mezcla de sulfato de magnesio (10 partes) y sulfato de cobre (10 partes), sulfato de hierro (10 partes) y sulfato de calcio (5 partes). Te será más fácil aglomerar la mezcla usando mucilago de goma o de gelatina.

Introduce tu preparación en una solución diluida de clorato y verás aparecer árboles de tronco verde y ramas blancas que van creciendo lentamente.

NADA DE LO ANTERIOR ES VIDA, pero es una imagen sencilla sobre las posibilidades de lo inorgánico para estructurarse en formas organizadas.

Algunas de las experiencias anteriores pueden parecerte difíciles si no posees los compuestos químicos que se necesitan. No será difícil que tu profesor o tus padres colaboren para conseguirlos.

UNIDAD 20

CLASIFICACION Y EVOLUCION DEL MUNDO VEGETAL

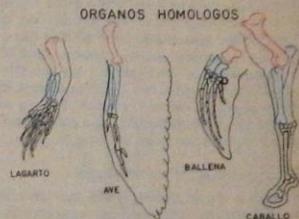
20.1 Clasificación natural.

Toda clasificación exige el establecimiento de un sistema, es decir, la reunión de series de hechos en un conjunto ordenado.

Para establecer una clasificación, deben compararse y reunirse los objetos según rasgos y cualidades determinando sus diferencias y sus semejanzas, dándose necesariamente a los caracteres hallados su importancia real y exacta.

Solo conociendo con la mayor exactitud posible, el origen y los cambios que se produjeron desde la aparición de una determinada especie, podremos establecer su filiación, esto es, su filogenia.

Partiendo de la filogenia, se ha llegado a la verdadera **Clasificación natural**. Esta nos permite la descripción de las especies.



20.2 Descripción de las especies.

Una descripción completa de las especies fósiles y vivientes, puesto que las desaparecidas son inseparables de las actuales, es lo que nos puede llevar al conocimiento científico.



La **sistemática** (establecimiento de un sistema) supone que toda observación, descripción y comparación debe permitir el descubrir la naturaleza e identidad o la diferencia entre la forma parecida. Veamos un caso: diferentes vegetales presentan zarcillos que les permiten agarrarse a un soporte pero, en unos casos, el zarcillo procede de una hoja; en otros de un tallo y también puede ser una raíz. Luego, es de decisiva importancia determinar si este zarcillo es realmente raíz, tallo u hoja.

Las respuestas a este tipo de preguntas constituyen la base para dar una clasificación sistemática; solo así podemos establecer la diferencia entre **homologías y analogías**.

Se llaman **análogos** los órganos de naturaleza diferente pero que sirven para funciones idénticas, y se dice que son **homólogos**, aquellos órganos de igual naturaleza que asumen funciones diferentes.

Al estudiar y comparar las diferentes formas que presentan los seres vivos, se hace posible su clasificación.

20.3 La jerarquía de los caracteres.

La **paleontología**, o estudio de los fósiles, esto es de las especies hoy desaparecidas y que vivieron en el pasado, muchas de las cuales dejaron de existir hace millones de años, nos permite descubrir de cuáles proceden las especies actuales, y cuáles fueron los diferentes cambios que presentaron durante el largo proceso de la evolución.

La jerarquía de los caracteres al demostrar que una especie vegetal posee rasgos de la que la precede y de la que la sigue, demuestra cuáles plantas nacieron de otras y permite establecer el **orden de su aparición** a lo largo del tiempo.

20.4 Caracteres esenciales y secundarios.

Para la clasificación vegetal se toma como carácter principal a los órganos reproductores,

pues ellos son los portadores de los genes que definen los caracteres de cada uno de los vegetales.

Cuando los caracteres fundamentales del aparato reproductor son idénticos en diferentes vegetales, se concede importancia a los detalles secundarios, por ejemplo a la organización de la flor.

20.5 Las ascendencias múltiples.

Todo cambio filogenético o paso a una forma nueva, puede deberse a un origen único o a varios orígenes simultáneos. Así sucedió con las coníferas, que aparecieron en el período carbonífero de sus antecesores las cordaitas. Pero, las que aparecieron en el hemisferio sur son diferentes de las coníferas que simultáneamente se originaron en el hemisferio norte. Por eso se dice que las coníferas actuales son **polifiléticas**, esto es, que tuvieron varios orígenes.

20.6 Cronología del mundo vegetal.

El estudio de las plantas fósiles, nos permite descubrir grandes variaciones en los grupos vegetales, los cuales cambiaron extraordinariamente en el curso de los tiempos geológicos.

El proceso de la evolución demuestra con toda claridad que las plantas más antiguas pertenecen a los grupos más sencillos y cómo lentamente fueron apareciendo formas de desarrollo más complejo.

Los primeros organismos vivos fueron vegetales, que se presentan en las dos ramas: bacterias y algas, que existieron sin duda hace unos 2.700 millones de años. Las algas pertenecen al grupo de las **talofitas**. Durante unos 2.350 mi-

llones de años fueron la única forma de vida vegetal, que continúa aún hoy día.

Hace unos 340 millones de años, durante el **Silúrico**, apareció un nuevo grupo de vegetales de pequeño tamaño, sin raíces, tallos sin hojas y con los **esporangios** (sistema reproductor) colocados en un tallo lateral, (clasificados como Psilópsidas).

En la segunda mitad del Silúrico, o sea unos 330 millones de años apareció el género de los **Licopodios** que en sus formas actuales, se presentan como herbáceas, pero, a fines del Paleozoico, tenían el tamaño de grandes árboles que perduraron hasta el Jurásico.

Siguen, en el orden de aparición los **Equisetos** cuyos restos más antiguos son de comienzos del **Devónico**, o sea, hace unos 320 millones de años. Son plantas con tallo articulado, con hojas cortas y lineales, de forma arborescente y gran altura. Hoy solo quedan de ellos los pequeños licopodios. También al comenzar el **Devónico** aparecieron los Hongos.

Las plantas que conocemos bajo el nombre de **Hepáticas** y **Musgos**, abundaron durante el carbonífero y sus primeras formas aparecieron hace unos 320 millones de años.

Hacia mitad del **Devónico**, 300 millones de años, encontramos los primeros helechos que, casi sin cambios, siguen viviendo actualmente.

A comienzos del **Carbonífero**, hace 275 millones de años aparecieron las **Gimnospermas**, plantas que se caracterizan por poseer óvulos desnudos.

En nuestro mundo predominan las **Angiospermas**; estas aparecieron hace solo 170 millones de años, al comenzar el período Jurásico. Son las plantas con flores, con los óvulos encerrados y protegidos.

CUADRO DEL MUNDO VEGETAL

Algas	Talofitas	Briofitas	Musgos
Hongos	Sin tejidos	Con tejidos	
Líquenes			
Plantas no vasculares			
Plantas vasculares			
Criptógamas	Fanerógamas		
Vasculares	con flores		
sin flores			
Helechos	Gimnospermas	Angiospermas	
Licopodios	semillas desnudas	semillas incluídas	
Cola de Caballo	árboles resinosos	en el fruto	

20.7 El mundo vegetal.

Presentamos un cuadro del mundo vegetal que permite comprender los fundamentos de una clasificación general.

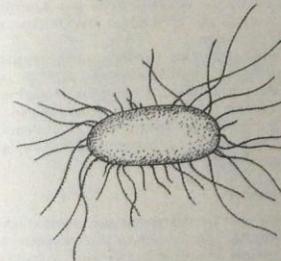
Monocotiledóneas

Plantas con hojas acintadas (yuca), hierbas vivaces con rizomas (iris), hierbas con bulbos (lirio) hierbas anuales o bisanuales (cereales, gramíneas).

Dicotiledóneas

Todos los árboles no resinosos (encina, tilo, lila, café), plantas herbáceas (dalia), plantas bisanuales (zanahoria), plantas anuales (guisantes).

BACTERIAS



BACTERIUM COLI

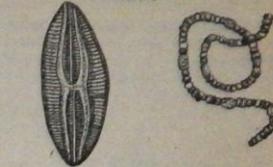
20.8 Bacterias.

Son microorganismos de estructura muy simple, pertenecen a la clase **Esquizomicetos**. El nombre de esquizomicetos significa hongos que se reproducen por escisión, es decir, por simple división en dos y por tanto no es una reproducción sexual.

Para evitar errores aclaremos que, los esquizomicetos son diferentes a los **verdaderos hongos**, que poseen un verdadero núcleo y quitina en las membranas celulares, los cuales faltan en las bacterias.

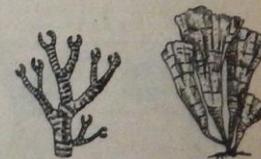
Por su forma, las bacterias se clasifican en tres grupos: **Esféricas** (cocos), **cilíndricas** o en **bastoncitos** (bacilos) y **helicoides** (espirilos). Para moverse, algunas presentan **flagelos** y otras simplemente se deslizan o son reptantes.

ALGAS



NAVICULA (DIATOMEA OVAL)

CIANOFITAS



RODOFITAS

CLOROFITAS

20.9 Algas.

Agrupación de vegetales **Talofitos** que poseen clorofila y realizan la **fotosíntesis** o sea que son capaces de sintetizar su propio alimento.

Algunas algas son unicelulares y por tanto de tamaño microscópico. En otras especies las células viven agrupadas en forma de colonias y algunas son planas y alcanzan gran tamaño.

Se reproducen tanto asexual como sexualmente; la gran mayoría de las unicelulares se multiplican asexualmente por división o fisión, (canstricción). Las de tipo pluricelular se reproducen asexualmente por medio de **esporas** inmóviles o por **zoosporas** móviles.

En la reproducción sexual de las unicelulares y pluricelulares existen órganos sexuales llamados gametangios, en los que se producen las células sexuales (gametas).

20.10 Flagelados vegetales.

Pertencen a un subtronco de los protozoos y reciben su nombre por las prolongaciones en forma de látigo (flagelo) que les sirve para desplazarse. Tienen características claramente vegetales, pero como presentan ciertos rasgos animales, suelen, a veces, ser tratados como protozoos. Representan en cierta manera el enlace entre los reinos animal y vegetal.

Su cuerpo presenta una organización sobre un eje y su célula es más compleja. La mayoría son unicelulares y con vida independiente, pero es frecuente la formación de colonias.

La división celular se produce generalmente por una escisión según el eje del cuerpo, pero también se presentan casos en que se dividen hasta en ocho células hijas.

HONGOS



ASODIOMICETO



ASCOMICETO

20.11 Hongos.

Las plantas simples que carecen de clorofila se llaman **hongos**. Se cree que descienden de una o varias clases de algas. Son organismos, portadores de **esporas** y que se reproducen tanto sexual como asexualmente. Viven como parásitos de plantas y animales, o en los restos de vegetales, animales o materias orgánicas en proceso de descomposición.

Los llamados **Hongos verdaderos** se subdividen en tres clases: Ficomycetes, Ascomycetes y Basidiomicetes, y se le añaden los hongos imperfectos o Deuromycetes y los Líquenes. La denominación de **imperfectos**, significa que son incompletos en cuanto a su ciclo vital y que su reproducción es asexual. Los hongos, con excepción de las levaduras, se clasifican por sus formas.

20.12 Líquenes.

Grupo de organismos constituidos por un **hongo** y un **alga** que crecen juntos simbióticamente, y constituyen un ejemplo típico de mutualismo.

El hongo es generalmente un ascomiceto, más raramente un basidiomiceto. El alga es verde o azulada. Al crecer juntos (hongo y alga) constituyen una planta de larga vida.

LIQUENES



CLADONIA



PLASTYMA

Los líquenes se reproducen vegetativamente por fragmentación del talo, parte principal del líquen formada por el hongo o por las esporas sexuales del mismo.

Los líquenes son los vegetales que presentan más resistencia a las condiciones extremas de temperatura y humedad. Viven tanto en las regiones árticas como en las selvas ecuatoriales.

El alga fabrica por **fotosíntesis** el alimento para ambos, mientras el hongo proporciona las sales minerales y la humedad necesaria.

20.13 Musgos.

Son pequeñas plantas verdes que se clasifican como **Briofitas**. Su estructura está compuesta por un cuerpo verde filamentos que se adapta al suelo, a partir del cual crece un tallo erecto portador de apéndices foliáceos. La planta se fija al suelo por los **rizoides**, que equivalen a las

MUSGOS



AULACOMNIUM PALLISTRÆ



SPHAGNUM

raíces. El tallo y los apéndices foliáceos contienen clorofila y efectúan la fotosíntesis.

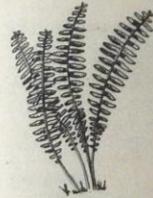
Aun cuando los musgos pueden reproducirse vegetativamente, su modo normal de reproducción es sexual (gametofítica).

En los extremos de las ramas, o en las ramitas especiales se desarrolla el **anteridio** donde se producen las gametas masculinas o **espermatozoides**. El órgano específicamente femenino llamado **arqueogonio**, tiene forma de botella, y en la parte inferior contiene el gameta femenino u óvulo.

Al igual que los líquenes, los musgos son capaces de vivir en lugares donde los demás vegetales no sobreviven.

Los vegetales descritos hasta aquí, se incluyen en el gran conjunto de **plantas no vasculares** y los que describiremos a continuación son **plantas vasculares**.

HELECHOS



NEPHROLEPIS



ESUISETUM

20.14 Helechos.

Los helechos son plantas vasculares que no tienen semillas. La mayoría crecen en el suelo, pero hay otros que se desarrollan en las ramas o troncos de los árboles y en menor número hay helechos acuáticos. Todos los helechos elaboran por fotosíntesis sus propios alimentos.

Constituyeron parte importante de la flora del Carbonífero, cuando alcanzaron el tamaño de un árbol. Hoy solo en el trópico viven las formas gigantes que alcanzan hasta 15 metros de altura, pero en general son plantas de pequeño tamaño.

En los helechos las cápsulas de esporas (esporangios) se encuentran agrupadas en el **anverso** o sea el lado de la hoja que mira hacia el suelo. A estas agrupaciones de esporas se les llama **soros**.

El ciclo vital de los helechos consta de dos generaciones independientes y alternadas. Cuando las esporas maduras se separan de la planta y encuentran un medio adecuado, germinan y producen una pequeña estructura verde aplanada que se denomina **prótalo** originadora de **gametos**.

En el gametófito se forman órganos sexuales masculinos (anteridios) y femeninos (arqueogonios) o sea que poseen espermatozoides y óvulos que, al unirse, dan origen a una planta de helecho portadora de esporas.

20.15 Las plantas con semilla.

Las dos clases últimas del mundo vegetal son las **gimnospermas** y las **angiospermas**. Se diferencian de los helechos por no presentar una generación gametofítica independiente.

La **semilla** representa la forma más evolucionada y se compone de tres estructuras: El **embrión**, o esporofito femenino; el **endosperma** o tejido nutritivo derivado del gametófito femenino y las cubiertas o **tegumento** que constituyen una capa externa protectora.

En su mayoría la flora actual está compuesta por estas plantas con semillas, característica que ha contribuido al éxito de su adaptación a la vida. Esto se debe a que los alimentos almacenados en el **endosperma**, sirven para nutrir el **embrión** hasta su pleno desarrollo. Además la cubierta exterior o **tegumento** protege el embrión de la temperatura, falta de humedad y parásitos. En sí las semillas facilitan extraordinariamente la dispersión de estas especies.

GIMNOSPERMAS



CYCAS



GINKGO

20.16 Gimnospermas.

Representa las plantas más primitivas productoras de semillas. Son plantas leñosas, con preferencia árboles y en su mayoría de hoja perenne.

El nombre de **gimnospermas** alude a la estructura de la flor que deja la semilla desnuda o descubierta.

Sus flores son siempre **unisexuales** (o sea con los órganos masculinos y femeninos en flores separadas), aunque generalmente se presentaban en una misma planta. Los granos de polen son transportados de la flor masculina a la femenina, ya sea por el viento o por simple contacto.

Constituyen un grupo muy extenso en el pasado y hoy reducido a pocas variedades, si bien, como en el caso de las coníferas, existen extensos bosques de gimnospermas.

20.17 Angiospermas.

Es el nombre que se les da a las plantas con **flores verdaderas**, que producen semillas encerradas por la pared del ovario. En el proceso de la evolución representan la forma superior de los vegetales y se hallan extendidas desde los trópicos, hasta las regiones árticas.

Algunas angiospermas completan su ciclo vital, desde la germinación de la semilla a la producción de nuevas semillas en 30 días, mientras la madurez sexual de otras, requieren hasta 30 años.

Las **angiospermas** se dividen en: **Monocotiledóneas** y **dicotiledóneas**, según tenga uno o dos **cotiledones**. (El cotiledón es la parte de la semilla que rodea al embrión y le proporciona



LILIALES



GRAMINEAS



OPUNTIALES



MUSACEAS

alimento). Las semillas de las **Monocotiledóneas** no están divididas y producen una sola hoja primitiva. Las **dicotiledóneas** presentan una semilla dividida en **dos partes**, y cuando germinan aparecen **dos hojas primarias**.

Palabras nuevas:

Filogenia	Morfología	Esporas	Embrión	Angiosperma
Sistemática	Polifiléticos	Gametas	Endosperma	Cotiledón
Homólogo	Escisión	Simbiosis	Tegumento	
Análogo	Flagelos	Envés	Gimnosperma	

RETENGAMOS LO ESENCIAL DEL TEMA

1. Para **clasificar** necesitamos distinguir. Por lo tanto, debemos conocer los rasgos característicos que nos permiten comparar para poder agrupar de acuerdo con las afinidades o parecidos. Hoy se acepta la clasificación natural que permite seguir el proceso filogenético, esto es, la secuencia existente entre antecesor y descendiente.

2. Las nociones de **analogía** y **homología** son fundamentales para tal comparación de las diferentes formas de vida, conocimientos que conforman la **morfología comparada**. En las ilustraciones vemos estos caracteres y debemos entender visualmente las diferencias cuya secuencia se presenta en el texto.

3. Para la **clasificación del mundo vegetal** se toma como carácter esencial la estructura de los órganos de la reproducción, y solamente cuando

son iguales en dos especies, se recurre a otros caracteres secundarios.

4. La aparición de formas nuevas, o de nuevas especies debe seguirse en el cuadro que aparece en el texto, donde se relacionan con eras geológicas y se establece su filogenia.

5. Esta unidad debe considerarse como una introducción a estudios más amplios de biología vegetal, de ahí que sea más importante **captar el proceso evolutivo** que memorizar la clasificación.

6. La vida comenzó bajo la forma vegetal y mediante un proceso de complejidad creciente, las especies fueron adquiriendo caracteres más elevados, pasando de la autotrofia a la heterotrofia. La vida solo fue posible, gracias a la **fotosíntesis**.

UNIDAD 21

CLASIFICACION Y EVOLUCION DEL REINO ANIMAL

21.1 Reino animal.

La división de los seres vivos o que vivieron en otras épocas, en animales y vegetales, nos lleva a establecer las características diferenciales. El reino vegetal se distingue del animal por una larga serie de caracteres, pero debemos contentarnos aquí con establecer las más notorias:

VEGETAL

Seres productores (fotosíntesis).
Membrana celular rígida.
Inmóvil o escasamente móviles.
Carecen de sistema nervioso.
Estructura general no constante y poco definida (un eucalipto apenas se parece a otro eucalipto).
Órganos más externos y tejidos menos especializados.

ANIMAL

Seres consumidores (metabolismo).
Membrana celular plástica.
De gran movilidad.
Provistos de sistemas que van desde la simple irritabilidad celular hasta la reacción síquica.
Estructura definida y constante (un caballo siempre se parece a otro).
Órganos casi siempre internos y tejidos altamente especializados.
Debemos aclarar, sin embargo, que existen **formas intermedias**, como los flagelados vegetales, por ejemplo, que comparten características de uno y otro reino dificultando su clasificación y que son, en verdad, encrucijadas biológicas en la línea evolutiva de los seres vivos.

21.2 Clasificación natural.

Al igual que para los vegetales, la clasificación del reino animal debe ser natural, es decir, tiene que fundarse en el análisis comparativo de semejanzas de estructura y del desarrollo.

Los principales factores que se consideran en la clasificación son:

- Diferenciación celular.** A los animales de una sola célula les llamamos **unicelulares**, y a los compuestos por células numerosas y diferenciadas **metazoarios**.
- Simetría del cuerpo.** Puede ser esférica, radial o bilateral.
- Capas germinales o embrionarias.** Según tengan o no una externa o **ectodermo**, una interna o **endodermo** y una tercera intermedia o **mesodermo**, de las cuales dependerá, al desarrollarse el embrión, la cantidad y disposición de los órganos del animal formado.
- Segmentación.** El cuerpo puede estar o no constituido por segmentos iguales o diferenciados (como cabeza, tórax, abdomen, etc.).
- Características exclusivas:** Se denominan así aquellas que pertenecen a un solo grupo.
Como base para la división general de los grupos se toman los **niveles de organización**, yendo de los más simples a los más complejos, dentro de tres grandes ramas: 1. **Invertebrados inferiores**; 2. **Invertebrados superiores**; y 3. **Cordados**.
La clasificación de los invertebrados inferiores se funda en niveles progresivos de organización, partiendo de una estructura que va desde la simple célula hasta el establecimiento de una serie de órganos dispuestos en un sistema integrado. (Invertebrado significa sin vértebras).

Los **invertebrados superiores** se clasifican, generalmente, en cuatro **phylum** o ramas de origen común, que son: anélidos, artrópodos, moluscos y equinodermos.

Los **cordados**, que constituyen el phylum superior del reino animal, incluyen los **hemicordados**, **tunicados**, **cefalocordados** y todos los **vertebrados** hasta los **mamíferos** y el **hombre**.

Estudiaremos estos grupos, en su orden ascendente, o sea, comenzado desde los animales más simples hasta llegar al hombre, culminación del maravilloso proceso biológico que es la evolución.



21.3 Protozoarios.

Aunque pueden aparecer animales muy simples por ser **unicelulares** existe en su célula única un **citoplasma** que cumple todas las actividades del ser vivo: digestión, respiración, circulación, excreción, locomoción y reproducción.

Por lo tanto, decimos que estos animales se hallan en un nivel de **organización protoplasmática**. No han desarrollado órganos pero sí disponen de **órganulos** especializados, como son sus **flagelos**, que facilitan su movimiento; **manchas oculares**, que les permiten reaccionar al estímulo de la luz; **neurofibrillas** que responden a los estímulos externos y **vacuolas** que se destinan a la digestión. Su forma de cuerpo varía mucho, desde la plasticidad completa (como las amebas que adoptan diversas formas) hasta los que son casi rígidos (como los radiolarios que poseen un caparazón duro).

Todos viven en medios líquidos, principalmente en el agua y algunos como parásitos en plantas y animales. Pueden reunirse en colonias y **agregados** pero, por lo común, las colo-

nias son de animales iguales y no especializadas. Su nutrición se hace unas veces por **ósmosis** o **osmosis** de las sustancias alimenticias disueltas del medio en que viven a través de su membrana y en otras, apoderándose de partículas sólidas que flotan en ese medio y que incorporan mediante las **vacuolas**.

La reproducción de los protozoos más simples se logra por **división celular** o **bipartición** (la célula se divide en dos partes iguales con todos sus elementos) o por **gemación** (que consiste en emitir una yema o prolongación que luego de estar completamente formada se separa). En algunos casos la **reproducción de tipo sexual** y la **conjugación**, que se estudiarán en cursos superiores.

Los protozoos se dividen en: 1. **Rizopodos** (que tienen falsos pies), como las amebas, capaces de emitir unas prolongaciones que les sirven para desplazarse o para aprisionar alimentos; 2. **Ciliados** (que poseen cilios o sea pelitos como pestañas para moverse hacia su alimento), como los paramecios; 3. **Esporozoarios**, que viven como parásitos y producen enfermedades como el paludismo; 4. **Flagelados** (que tienen uno o más flagelos para desplazarse en busca de alimentos o huir). Existe un grupo capaz de fijarse en un lugar y captar su alimento por medio de tentáculos, los **suctores**.



21.4 Esponjas.

Su importancia radica en que han logrado un paso evolutivo que los lleva hasta la **organización celular**. Su cuerpo está constituido por células diferenciadas y especializadas para una cierta **división del trabajo**, mientras unas se ocupan de la nutrición, otras sirven para darle estabilidad (como un esqueleto) y otras son re-

productoras. Pero, en ningún caso, la asociación llega a formar tejidos, pues se trata de una agrupación y no de una organización.

Las encargadas de la nutrición poseen **flagelos** que crean una corriente de agua que pasa por el interior de unos agujeros o **poros** para proveer partículas alimenticias y oxígeno. Otras células, llamadas **amebocitos** recorren las paredes recogiendo el alimento, lo transforman en proteínas y se encargan de distribuir el carbonato cálcico o la sílice que va a constituir el "esqueleto" que da rigidez a la esponja.

Importa mucho comprender que las esponjas no reaccionan como unidad sino que cada célula actúa individualmente, pues no hay células sensoriales que permitan a las esponjas reaccionar como un solo ser.



21.5 Celentéreos.

Estos animales representan un paso hacia la perfección dentro del proceso evolutivo, pues ya alcanzan el nivel de **organización tisular** o sea, ya en ellos las células se han organizado formando **tejidos**.

Todos los celentéreos poseen una cavidad central profunda, llamada **gastrular**, que les sirve como de saco digestivo que se halla comunicada al exterior por medio de un agujero o boca.

Ya los tejidos corresponden a las mismas categorías de los animales superiores y hay una diferenciación entre las células de la cavidad interior digestiva, a la que llamamos **endodermio** y

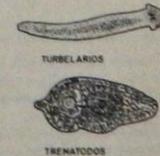
las células que tapizan el exterior del cuerpo o **ectodermio**. Son preferentemente marinos y se les conoce con los nombres de medusas, corales, anémonas de mar o hidras de agua dulce, que se dividen en tres clases: 1. **Hidrozoos**, que comprenden hidras y medusas; 2. **Escifozoos**, que son una medusa distinta y 3. **Antozoos** que solo se presentan como pólipos fijos.

Los celentéreos aparecen en dos formas básicas: el **pólipo** y la **medusa**. Los pólipos tienen **simetría radial**. La boca se halla en el extremo libre rodeada de tentáculos dispuestos en uno o varios círculos y el extremo opuesto lleva un aparato que fija el animal, aunque no del todo, pues son capaces de andar unos cuantos centímetros por día.

Las **medusas**, son individuos libres, capaces de nadar y tienen simetría radial, con un cuerpo semiesférico o en forma de campana, con la boca en el centro, mientras los tentáculos se disponen alrededor del borde de la campana, cuyas contracciones impulsan al animal. Estas contracciones de la campana obedecen ya a un **sistema nervioso**.

Cuentan con un sistema defensivo a base de **nematocistos** que son células capaces de emitir un dardo cargado de sustancias urticantes, el cual disparan contra sus enemigos para intoxicarlo y luego comérselo.

Se reproduce de diversa manera, por lo común, produciendo **gemas** o por **escisión** longitudinal o trasversal del individuo adulto que produce otro ser semejante. En algunas clases hay reproducción por gemación y aun por **gonadas**, aunque no dispone ninguno de ellos de un aparato reproductor propiamente dicho. La fecundación ocurre en el agua alrededor del animal, uniéndose en ella los **espermatozoides** y los **óvulos** producidos por las gonadas.



21.6 Platelminetos.

En el nivel de organización de los platelmintos podemos señalar la **aparición de verdaderos órganos**.

Son gusanos con su cuerpo en forma de cinta que tienen **cavidad gastrovascular**, a veces muy ramificada aunque sólo comunicada al exterior por la boca, que se encuentra en la parte superior y central de su cuerpo. Tienen **simetría bilateral** y no presentan anillos, siendo su extremo inferior diferente al posterior.

Además del **ectodermo** y del **endodermo**, poseen una capa intermedia o **mesodermo** que constituye el punto embrionario donde se hace la formación de ciertos **órganos**.

La parte anterior presenta formas rudimentarias que equivalen a cerebro, ojos y oídos. En los platelmintos ya existen **órganos reproductores** y tienen movimiento, gracias a un **sistema muscular** que provoca contracciones ondulantes, aunque tienen **cilios** en la parte ventral para ayudarse al deslizamiento.

No existe aparato respiratorio y solo por difusión se toma el oxígeno. Para la excreción utilizan una red de tubos que terminan en poros superficiales.

La mayoría de los platelmintos son independientes y viven en el agua, bajo las piedras o donde se haya acumulado materia orgánica. Las planarias son el tipo representativo de éstos, pero hay también dos grupos como los **tremátodos** y los **céstodos** (la tenia solitaria) que son parásitos en animales.



NEMATODOS

21.7 Nematodos (nematelmintos).

En estos animales ya encontramos formas más complejas que han alcanzado un nivel de organización donde se pueden descubrir **sistemas de órganos**.

Son **gusanos no segmentados**, de cuerpo cilíndrico, tamaño pequeño (como excepción hay filarias que alcanzan hasta un metro) y algunos microscópicos. Se subdividen en gran número de especies, acuáticas, terrestres y parásitas tanto en animales como en vegetales, que constituyen plagas realmente graves, para la agricultura y los que parasitan en animales superiores como las lombrices intestinales que producen enfermedades y debilitamiento en el hombre.

Otra característica importante es la **separación entre las funciones digestivas y respiratoria**, pues, por primera vez, aparece un **sistema circulatorio independiente**. Hay también **diferenciación sexual** entre machos y hembras, con la presencia de **vesículas seminales** y **testículos**, con receptores de semen y **vulva**. Cuando ocurren hembras. Las hembras suelen ser **ovíparas** (ponen huevos) pero algunas son **ovovivíparas** o sea que las larvas salen ya formadas del cuerpo de la madre.



BRAQUIÓPODOS

21.8 Braquiopodos.

En el proceso evolutivo ofrecen la novedad de organización llamada **celoma**, esto es, una separación entre la pared del cuerpo y el tubo digestivo lo que dio origen a **los dos sistemas musculares independientes**, el **digestivo** y el **corporal** que lleva hacia a los animales superiores.

La reproducción es siempre **sexual** y las larvas, una vez fijadas a un lugar, desarrollan una concha bivalva que es precisamente la característica que se utiliza para su clasificación; pues, tienen una arriba, otra abajo en la cual hay un pie que las fija fuertemente al piso, mientras las conchas de los moluscos son laterales.

21.9 Invertebrados superiores.

Antes de continuar con el estudio de este phylum, debemos señalar cómo fue una de entre las seis clases de los artrópodos, la de los arácnidos, parecidos a los escorpiones, la primera que abandonó la vida acuática y comenzó a respirar "el aire atmosférico", o sea, la que conquistó la tierra ya en el período Silúrico y que trascurrieron 60 millones de años antes que los primeros vertebrados anfibios repitiesen igual proeza durante el Devónico.

Como luego veremos, a excepción de los crustáceos, los artrópodos son animales esencialmente terrestres y fueron ellos los que desarrollaron un conjunto de sistemas de protección de sus órganos y de defensa de las crías para poder dominar en el ambiente aéreo que rige sobre la tierra.



OLIGOQUETOS



XIFOSUROS

21.10 Anélidos.

El nombre proviene de una palabra que significa **anillados**, pues su cuerpo está formado por una serie de **segmentos** o anillos, algo así como si el animal se compusiera de un gran número de unidades o compartimientos separados por **tabiques**, pero todos más o menos idénticos porque poseen en su interior, al menos uno o dos **órganos repetidos**. El representante más conocido es la **lombriz de tierra**.

El cuerpo, por lo general, consta de una cabeza en la que se halla la boca y un tronco compuesto por una serie de **segmentos** similares.

El **tubo digestivo** es sencillo, pero suele presentar regiones especializadas como una boca o **proboscide**, **faringe**, **buche**, **panza**, **intestino medio** y **posterior** y **ano**.

El **sistema nervioso** tiene un ganglio (**cerebroide**), un anillo alrededor de la faringe y un **cordón nervioso ventral** (sencillo o múltiple) que recorre todo el cuerpo, muy capaz de reaccionar rápidamente a los estímulos y de provocar secreciones que afectan el ritmo sexual.

El **aparato circulatorio** se forma por dos vasos, uno dorsal y otro ventral de los que parten ramas hacia los lados. En uno o varios segmentos presentan **vasos pulsátiles** o "corazones" destinados a impulsar la circulación de la sangre, distribuyendo tanto los principios alimenticios como el oxígeno a las células del cuerpo.

El **sistema reproductor** presenta muchas variantes, como en general se halla diferenciado, si bien muchos poliquetos son **hermafroditas**. En ellos se presenta la **protandria**, o sea, que durante un período se comportan como seres masculinos y durante otro, como femeninos.

Los anélidos se dividen en: 1. **Poliquetos** (gusanos de mar), 2. **Oligoquetos**, o lombrices de tierra y 3. **Hirudíneos**, o sea, las sanguijuelas.

Muchos de ellos presentan la **capacidad de regenerar** partes de su cuerpo que se hayan cortado y reemplazar así las partes perdidas. Siempre que queden segmentos enteros tienen la facultad de reponer las partes faltantes.

21.11 Artrópodos.

Constituyen el conjunto más numeroso del reino animal, representan la formas más exitosa de vida y reúnen más de un millón y medio de especies. De ese conjunto, los **insectos** componen las dos terceras partes.

El carácter típico de los artrópodos adultos es el **cuerpo segmentado** en anillos móviles unidos por músculos. Todos tienen el cuerpo cubierto por sustancias duras que constituyen una especie de **esqueleto exterior**. En la fase juvenil los artrópodos pueden presentar formar corporales totalmente diferentes a las definitivas del organismo adulto. Igualmente todos, desde las formas microscópicas hasta las gigantes como el cangrejo del Japón (1.50 mts.) poseen los mismos órganos esenciales, como tubo digestivo, sistema nervioso, corazón pulsátil, etc.

Tiene **órganos sensitivos** con funciones diferenciadas tales como **táctiles**, **olfatorias** y **visuales**.

Los artrópodos acuáticos respiran por **branquias** y las especies terrestres suelen tener **sacos aéreos** o **tráqueas tubulares**, pero un cierto número de especies de cuerpo blando respira a través de la piel.

En la mayoría de los artrópodos hay **diferenciación sexual**, algunos son **hermafroditas**, o sea, es frecuente encontrar la **partenogénesis**, o sea, la capacidad de desarrollo del óvulo sin intervención de un espermatozoide.

La clasificación, que se verá en detalle al estudiar biología animal o zoología, incluye clases como los **trilobites** que desaparecieron hace unos 250 millones de años hasta los conocidos hoy, tales como los **crustáceos**, **centípedos**, **miriápodos**, **arácnidos** e **insectos**.

21.12 Crustáceos.

Como no existe un carácter general que los cubra a todos se hace muy difícil definirlos, pues además tienen diversidad de formas, estructura, hábitat y desarrollo.



HALACOSTRACEOS

Puede decirse que son **artrópodos mandibulados** que presentan el cuerpo segmentado, **apéndices articulados**, **pinzas bucales** que se llaman **mandíbulas** y dos pares de órganos accesorios o **maxilas** para comer.

Su cuerpo está cubierto por un **exoesqueleto**, y tiene dos apéndices pares que cambian su utilidad según las necesidades de la especie, adaptándose para la percepción sensorial, respiración, aprehensión, locomoción, trituración de alimento, aseo, defensa, ataque, reproducción y atracción sexual. En su gran mayoría, por ser acuáticos, disponen de branquias para la respiración.

Predomina la **diferenciación sexual** aunque unas pocas especies presentan hermafroditismo y partenogénesis. La mayoría de las hembras conservan los huevos unidos al cuerpo hasta que las crías rompen el cascarón.

A causa del **exoesqueleto duro**, para crecer tienen que desprenderse de él en las llamadas **mudas**, proceso que sigue varias etapas hasta el reemplazo del anterior existente por otro más grande, período durante el cual están muy expuestos a sus enemigos. Tienen **capacidad para regenerar** las partes perdidas y suelen abandonar un miembro para escaparse de sus atacantes, dejándole en su poder el miembro amputado.



QUILOPODOS



DIPLOPODOS

21.13 Centípedos y miriápodos.

Comprenden aquellos artrópodos mandibulados que tienen el cuerpo dividido en dos partes; poseen un par de antenas y más de tres pares de apéndices locomotores. Vulgarmente se conoce a los centípedos como **ciempiés** y a los miriápodos como **milpiés**.

La mayor parte de los segmentos del cuerpo llevan un par de patas cada uno en los centípedos y un doble par en los miriápodos. Cada pata consta de siete **artejos** o segmentos articulados.



ARACNIDOS

21.14 Arácnidos.

Además de un gran número de especies desaparecidas que conocemos como fósiles, esta clase incluye a las **arañas**, los **escorpiones**, las **garrapatas** y los **ácaros** que aún viven.

La forma de su cuerpo está caracterizada por que la parte anterior, o sea la cabeza y el tórax están unidas y se llama **cefalotórax**, constituyendo la otra el **abdomen**.

En el cefalotórax poseen cuatro **patas ambulatorias**, esto es, que sirven para caminar y en la parte anterior unas pinzas, que a menudo son grandes y reciben el nombre de **pedipalpos**. Como no poseen mandíbulas se ven precisados a despedazar sus presas con dos apéndices que están situados cerca de los pedipalpos y se denominan **quelíceros**. Una vez destrozada la presa, el arácnido le echa encima jugo gástrico y espera a que esté semidigerida para tomar el alimento por **succión**.

21.15 Insectos.

Por ser característico de ellos tener seis patas se les nombra como artrópodos **hexápodos** (seis patas) a estos invertebrados que constituyen la clase más numerosa del reino animal, puesto que el 80% de los animales existentes son insectos.

Su cuerpo está dividido en tres segmentos: **cabeza**, **tórax** y **abdomen**, todos tienen pares de patas y muchas especies tienen alas. La clasificación de los insectos se basa en la ausencia, presencia y conformación de las alas.

En la cabeza se hallan la boca, las antenas y los ojos; éstos pueden ser **simples** o **compuestos**. Están constituidos por **facetas de epidermis** transparente en número que varía desde 1 hasta 28.000. Las antenas se implantan entre los ojos, hacia adelante de la cabeza y sus órganos que, según las especies, sirven para el **olfato**, el **oído** y el **tacto**, o para combinar estas funciones sensoriales.

El tórax se une a la cabeza por un cuello membranoso y se subdivide en tórax propiamente dicho, el **mesotórax** y el **metatórax**, cada uno provisto de un par de patas. Cuando hay alas, las anteriores se insertan en el mesotórax y las posteriores en el metatórax.

Las patas están formadas por seis artejos y las alas del insecto adulto, o sea, cuando ya terminó la metamorfosis son tan características que, ya hemos dicho, sirven para su clasificación.

La gran mayoría respira por tubos llamados **tráqueas** ramificados por todo el cuerpo. El aparato digestivo es un tubo que va desde la boca hasta el ano pero tiene regiones especializadas donde se verifica el proceso digestivo, mientras que el sistema circulatorio es un solo vaso dorsal que se extiende por todo el cuerpo. El sistema nervioso y el muscular presentan un desarrollo muy notable.

El aparato reproductor presenta ovarios en las hembras y testículos en el macho, ocurriendo en algunas pocas especies la presencia de algo parecido al desarrollo placentario, en cuyo caso el embrión permanece en el interior del cuerpo, hasta su desarrollo.

Interesa mucho comprender que es en los insectos donde encontramos, por primera vez, un sentido social, o sea una tendencia a la cooperación entre los distintos miembros de una comunidad, como podemos verlo en las avispas, las abejas, las hormigas, etc. . . por lo que podríamos decir que en ellos se llega a un **nivel de organización social**.



PULMONADOS



CEFALOPODOS

21.16 Moluscos.

Incluye más de cien mil especies; este tronco del reino animal que comprende a las **babosas**, los **caracoles**, los **pulpos**, los **calamares**, las **almejas**, los **mejillones** y las **ostras**.

En su estructura más simple poseen un pie musculoso que les permite fijarse o arrastrarse, y por encima encontramos una masa de **visceras** donde están todos los órganos recubiertos por un pliegue o **manto** que, además, se encierra en una **concha** o **valva** segregada por glándulas especiales, cuya forma o disposición sirve para la clasificación de las especies.

Aunque tienen órganos y sistemas son un tipo de animales rudimentarios, en los cuales solamente los más grandes, como los pulpos y los calamares han desarrollado, por ejemplo, órganos sensoriales.

En la mayoría de los moluscos existe la diferenciación sexual y aunque algunos caracoles son **hermafroditas**, en estos mismos el **apareamiento es cruzado**. Casi todos los caracoles terrestres son **ovíparos** y pocos **ovovivíparos**.



ASTEROIDEOS



EQUINOIDEOS

21.17 Equinodermos.

Su denominación proviene de unas palabras que significan "**piel espinosa**", pues es la característica de los animales que se incluyen en esta clase como las **estrellas de mar**, los **erizos**, los **pepinos de mar**, los **ofiúridos** y los **crinoideos**, todos ellos marinos.

Actualmente tienen escasa importancia biológica y pueden considerarse animales residuales cuyo destino próximo es la extinción; pero tuvieron gran preponderancia en períodos geológicos anteriores, particularmente en el Cámbrico. Sus características son comunes, todavía, a los fósiles y a los existentes, tales como un esqueleto interno, constituido por **placas de calcita**, la presencia de unos conductos tubulares que función

nan como pies ambulatorios, gracias a la presión del agua que corre entre ellos (una especie de propulsión a chorro) y a la vez constituyen un sistema hidrovascular que facilita la locomoción, la respiración, la nutrición y la percepción sensorial.

Los actuales ofrecen, en su mayoría, simetría radiada típicamente pentámera (cinco puntas) y en los lirios de mar (crinoideos) suele ser de múltiplo de cinco, esto es, que si pasáramos cinco radios en una circunferencia que abarcara todo el cuerpo del animal, cada uno de ellos dividiría exactamente partes semejantes.

Como es natural en animales que no se han desarrollado a través de millones de años, los sistemas nerviosos son difusos y el sistema reproductor aunque está diferenciado en sexos es variable en su funcionamiento, ya sea como masculino o femenino.

21.18 Cordados.

Cuando la naturaleza alcanzó a encontrar un camino cierto hacia el desarrollo de especies superiores avanzó por la línea de los cordados que constituye el phylum superior del reino animal.

Antecedido por los hemicordados, los tunicados y los cefalocordados (o cordados inferiores) que son de pequeño tamaño y de vida marina, simples esbozos que todavía carecen de cráneo, maxilares, vértebras y miembros pares, por lo cual se les denomina también procordados o acráneos, apareció luego el otro grupo de los cordados que, desde las formas más primitivas, como los peces cartilagosos, habría de desarrollarse hasta incluir todos los vertebrados, cada vez más perfectos para desembocar en el hombre.

Los vertebrados craneados, según su nombre lo indica, ya cuentan con la existencia de un cráneo y de una columna vertebral, encargados de proteger un sistema nervioso integrado capaz de producir reacciones sensoriales y motoras organizadas que permiten los actos de defensa, ataque y adaptación más adecuados. Gracias a ello, la Naturaleza pudo ir evolucionando en especies cada vez mejor dotadas para la lucha por la vida e ir seleccionando las mejores para poblar la tierra.



PTEROBRANQUIOS

21.19 Hemicordados.

Son animales marinos excavadores que poseen en su extremo anterior (cabeza) una trompa musculosa que les sirve para horadar el fango o la arena desplazándose a través de ella, mientras el resto del cuerpo se continúa por un anillo o parecida a un gusano.



ASCIDIACEOS

21.20 Tunicados.

Son animales que se fijan a piedras u otros sitios estáticos en el fondo del mar, de forma parecida a las esponjas, pero sus larvas tienen forma de renacuajos y todas las características de los cordados. Es un caso curioso, donde los adultos son inferiores o más primitivos en su desarrollo que las formas juveniles.



CEFALOCORDADOS

21.21 Cefalocordados.

Son pequeños animales en forma de pez con todas las características de los cordados que habitan siempre en el mar, nadan libremente y se alimentan con los animales microscópicos que pasan por la corriente de agua que penetra por su boca. Su forma parecida a los peces, es más arcaica que la de éstos, ya que carecen de aletas, no tienen mandíbulas, ni órganos sensoriales y en realidad falta un verdadero cerebro.

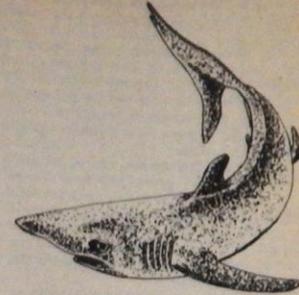
21.22 Vertebrados.

La presencia de un esqueleto interno, ya sea cartilaginoso (tiburones) u óseo es lo que distingue a los vertebrados de los cordados inferiores.

En los vertebrados los ojos se desarrollan como parte del encéfalo, lo que denota un avance sobre los insectos, en los cuales se originan a partir de la piel.

Otra característica de los vertebrados es la existencia de un par de órganos del equilibrio que, al completar su evolución se complementaron con la cóclea, órgano sensible a las vibraciones sonoras que constituye el oído.

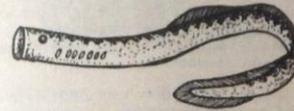
En los vertebrados el sistema circulatorio es cerrado, lo cual significa que la sangre corre por el interior de los vasos (arterias y venas), impulsada por un músculo especial: el corazón.



ELASMOBRANQUIOS

Los tiburones, las rayas y las lizas se clasifican como peces cartilaginosos, pues su esqueleto no es calcificado. Algunos, como el tiburón ballena, alcanzan hasta 18 metros de longitud y hasta 15 toneladas de peso.

Tienen mandíbulas y dos pares de aletas. Su piel se caracteriza por tener su parte interna constituida por dentina y la externa por esmalte, lo que le da aspecto de papel de lija. De esa formación tan especial pudo esta piel dar origen a los dientes, por lo cual nuestros dientes son homólogos a las escamas de los tiburones y rayas.



AGNATOS

21.23 Peces sin mandíbulas (Agnata).

Son peces en forma de cilindro, sin aletas, con la boca como una ventosa provista de dientes córneos colocados como una corona a su alrededor y en la lengua. Se fijan a otros animales y succionan la sangre que sacan, rasgando la piel con esos dientes, constituyendo la única especie vertebrada que vive como parásito.

El representante más típico es la lamprea que alcanza hasta un metro de longitud, aunque nace de óvulos y espermatozoides colocados en el huevo pequeño en el fondo del mar y pueden transcurrir años sin que salga del estado larvario. Luego, por metamorfosis alcanza la forma adulta.

21.24 Peces cartilagosos.

Su aparición data del Devónico y la persistencia de algunas especies, como el tiburón casi sin cambiar, desde hace 320 millones de años, demuestra su capacidad para defenderse y adaptarse en el medio.



TELEOSTEOS

21.25 Peces óseos.

Admitida la división de peces agnatos, que carecen de mandíbula y la de peces cartilagosos que no tienen esqueleto calcificado, el

tercer grupo lo constituyen los **peces óseos** o lo que es lo mismo, los que tienen **esqueleto calcificado** y que incluyen toda la fauna acuática vertebrada.

Sus características son: cuerpo ahusado de forma adecuada a la natación, con musculatura adaptada a ese tipo de locomoción, que está complementada por la existencia de aletas que gobiernan la dirección de los movimientos y una cola que, a la par, dirige e impulsa al animal en su medio acuático.

Son animales **holotermos**, esto es, de sangre cuya temperatura se mantiene igual a la del agua donde vive. Generalmente están recubiertos por escamas y las aletas están reforzadas por espinas óseas. El cráneo está conformado por una serie de piezas o placas óseas que protegen el cerebro y otros órganos vitales situados en la cabeza del pez.

Todos los peces, tanto los agnatos, como los cartilagosos y los óseos, **respiran el oxígeno disuelto en el agua**, gracias a sus **branquias** que son laminillas capaces de tomarlo por ósmosis y enviarlo al torrente sanguíneo, mientras expulsa el gas carbónico hacia el exterior, por un proceso complejo.

Tienen **vista, olfato, oído y tacto** desarrollados y adaptados al medio particular donde viven; pero la reproducción, generalmente, se hace por **desove** de los huevos en el agua donde los fecundan los espermatozoides también esparcidos en ella por el macho. Las crías, en número asombroso, se llaman **alevines** y deben defenderse desde su "nacimiento", de los enemigos. Algunas especies han desarrollado ya el mantener los huevos fecundados dentro de la hembra hasta el total desarrollo de los embriones que nacen en forma de alevines.



ANUROS

21.26 Anfibios.

En la clasificación de los vertebrados hay cuatro clases de **tetrápodos** (cuatro miembros o patas) que son: los **anfibios**, los **reptiles**, las **aves** y los **mamíferos**. Los anfibios, a su vez, se dividen en **anuros** (ranas, sapos), **urodelos** (salamandras), y **ápodos** (cecilias).

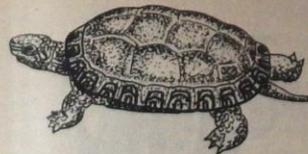
Se caracterizan por tener **piel glandular**, siempre húmeda, por poseer **branquias** en alguna fase de su desarrollo, tener estructura **esquelética** con cuatro extremidades y **por carecer** sus huesos de la membrana embrionaria llamada **amnios**.

Proceden en su evolución de los peces y dieron origen a los reptiles, sin que olvidemos que los anfibios que dieron este paso eran muy diferentes a los actuales.

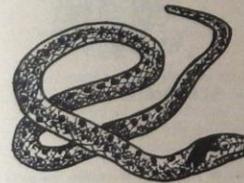
Los anfibios se distinguen de sus antecesores en su adaptación a la vida terrestre lo que supone la **respiración cutánea o pulmonar**, en vez de branquial exclusivamente y la **presencia de los órganos locomotores**.

Se les considera también holotermos (lo que se dice de **sangre fría**) porque su temperatura fluctúa con la del ambiente y de esa manera economizan energía que se destinaría a la conservación del calor animal y pueden vivir consumiendo menor cantidad de alimentos, fenómeno de adaptación que les permite sobrevivir largas temporadas sin un ambiente favorable a diferencia de las aves y mamíferos.

Siguen ligados al medio acuático para la reproducción; y la **fecundación es externa** a la manera de los peces aunque hay un **remedo de acto sexual entre macho y hembra**. Las larvas sufren una **metamorfosis** (cambios de forma) durante la cual, desde el huevo fecundado hasta la forma definitiva adulta, las larvas pasan por diversos estados, donde en los primeros tienen vida acuática con respiración branquial y van desarrollándose las extremidades y al estar éstas completas desaparecen las branquias, dando lugar a pulmones y comienzan la vida terrestre, para volver al agua frecuentemente en procura de alimento, y para la reproducción, pues una membrana celular extraembrionaria; llamada **amnios** forma un saco que recubre al embrión que está sumergido en el líquido seroso, el cual protege y viene a ser como si el medio acuático del cual partimos todos, estuviera contenido en su interior. Esto sucede, a partir de los reptiles en todos los vertebrados superiores hasta el hombre.



QUELONIOS



OFIDIOS

21.27 Reptiles.

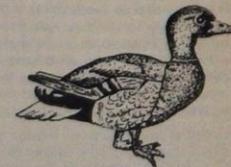
En los reptiles y en las aves, el huevo, adicionalmente, tiene otras capas protectoras inclusive una más dura que es **coriácea** (como cuero) en algunos y en otros alcanza a ser **calcárea**.

Los reptiles depositan sus huevos en tierra para permitir que el calor del sol los incube, mientras que el embrión se alimenta de sustancias nutritivas presentes en la **yema** y el intercambio gaseoso para la toma de oxígeno se hace a través de los poros de la cáscara entre al aire exterior y los vasos sanguíneos. La cría nace ya completamente formada sin que ocurra metamorfosis como en los anfibios.

De los numerosos reptiles aparecidos en el Carbonífero, hoy solo sobreviven cuatro órdenes: las **tortugas** (Chelonial), los **tuateras** (Rhynchocephalia), los **lagartos y serpientes** (Squamata) y los **cocodrilianos** (Crocodylia).

Como los peces y los anfibios son holotermos y tienen gran resistencia a la adversidad del medio, tienen **respiración pulmonar** durante toda su vida, piel seca que suele estar protegida por **escamas** para evitar la deshidratación, bien sea superpuestas como en las serpientes, separadas como en los lagartos y soldadas en chapas protectoras, como en los cocodrilos. Cuando se sueldan y se engruesan mucho alcanzan a ser el **caparazón** que todos conocemos en las tortugas.

Aunque han llegado a vivir en regiones muy secas, muchos de ellos se mantienen ligados a los ambientes acuáticos como las serpientes y las tortugas.



ANSERIFORMES



PELICANIFORMES

21.28 Aves.

Descendientes de los reptiles, de cuyas escamas provienen las plumas, son los únicos vertebrados adaptados al vuelo. Son **ovíparos**, de sangre caliente (con temperatura constante diferente al ambiente o sea **homotermos**). En principio las **plumas** eran órganos destinados a

proteger a las aves del cambio exterior de temperatura o sea un medio regulador del calor animal, pero más tarde se convirtieron en instrumento para el vuelo.

Aparecieron recientemente, hace menos de 170 millones de años, durante el Jurásico, después de los primeros mamíferos, lo que hace a las aves los vertebrados más modernos, y el *archaeopteryx*, el ave más antigua que se conoce mientras tenía plumas idénticas a las aves actuales todavía conservaba los dientes de sus antepasados, un grupo de reptiles dinosaurios del género *tocodontes*.

El esqueleto de las aves se modificó mucho hasta la aparición de **huesos huecos** que, manteniendo la rigidez necesaria al mismo tiempo disminuyen considerablemente el peso. Y también la presencia de **sacos aéreos**, a manera de expansión de los pulmones, que no solamente aumentan la cantidad de oxígeno disponible, sino que facilitan el vuelo, disminuyen el peso y establecen una barrera aislante a las diferencias de temperatura que es posible hallar durante los largos vuelos.

Los **óvulos** se forman en los **ovarios**, glándulas especiales para ello, pero descienden por el **oviducto** hacia el **útero** y la **vagina**, recubriéndose en el oviducto con sustancias albuminoides y luego en el útero de la **cáscara protectora**. La fecundación es interna y la efectúa el macho depositando sus espermatozoides en el interior de la vagina, de donde se trasladan rápidamente hasta encontrar el óvulo de su recubrimiento definitivo.

Los **huevos** son puestos por las hembras en lugares que, por lo general, son adecuados para favorecer la protección de la cría y en dichos lugares los incuban, esto es, los cubren con su cuerpo para comunicarle el calor necesario al desarrollo del embrión y luego de ser empollados durante un tiempo que varía con las diferentes especies, la cría rompe el cascarón y nace viva muy parecida a sus progenitores. Esto es lo que significa ovíparo, que nace vivo del huevo.

21.29 Mamíferos.

La diferencia específica de esta clase de vertebrados es que son **vivíparos**, esto es, que nacen vivos directamente del cuerpo de la madre y que se alimentan las crías de un líquido segregado por glándulas especiales que se desarrollan en las hembras de las distintas especies. Son animales de sangre caliente, tienen el cuerpo generalmente cubierto de pelos y aunque algunos pocos, como las ballenas y los sirénidos se han adaptado a la vida acuática, casi todos hacen vida terrestre.



ELEFANTE

Proceden de un grupo de reptiles llamados **terápsidos**, que vivían a fines del Triásico hace unos 175 millones de años. Hoy sabemos que el origen de los mamíferos es **polifilético**, es decir, que el paso de reptil a mamífero fue dado por varias clases diferentes.

Los **marsupiales** y **placentarios** actuales, provienen de los **pantróteros** del Cretáceo. Los mamíferos primitivos eran ovíparos, como los actuales sobrevivientes el **ornitorrinco** y el **equidna** de Australia. Si bien nacen de huevos, luego son alimentados con leche. Estos constituyen la primera clase o **monotremas**.

Una segunda clase de mamíferos son los **marsupiales**, nombre que se les da por tener una **bolsa** o **marsupia** donde las crías viven la última etapa de su desarrollo embrionario, alimentándose de las glándulas mamarias (que producen leche) que se hallan en su interior. Los representantes actuales son los **koalas**, los **canguros**, los **wombats** y la **zarigüeyas**.

La tercera clase de los mamíferos se denomina **Eutheria** o **placentarios** e incluye a todos los demás mamíferos. La placenta es una formación que recubre el embrión y se encuentra conectada al sistema circulatorio de la madre proveyendo así alimentación al mismo para que se desarrolle totalmente dentro del útero (matriz) de la hembra de la especie. Por eso estos animales nacen vivos y se alimentan de glándulas mamarias exteriores después del nacimiento.

Indicaremos someramente las divisiones en que se clasifican estos mamíferos:

1 **Insectívoros**: por alimentarse de insectos se les considera los placentarios más primitivos. Entre ellos hallamos: la musaraña, los topos y los erizos.

2 **Quirópteros**: se llaman así, por tener las manos provistas de membranas entre los dedos, lo que les permite volar; se alimentan de insectos, frutas o chupando la sangre de otros animales. Son los murciélagos.

3 **Carnívoros**: animales que se alimentan de la carne de otros a quienes matan o aprovechan para comerse a los que ya han muerto, para lo cual tienen una dentición especializada con fuertes **colmillos** (caninos) y **muelas** para triturar el alimento. Como los perros, gatos, leones, tigres, comadrejas, focas, nutrias, etc.

4 **Roedores**: tienen unos dientes delanteros (incisivos) muy desarrollados propios para cortar y roer las cortezas, las frutas secas, etc. . . que constituyen su alimentación. Tales como los ratones, ardillas, puercoespines, etc. . .

5 **Desdentados**: se llaman así por tener dentadura muy poco desarrollada o carecer de ella, por lo cual comen succionando o metiendo su lengua dentro del alimento, tales como los **pezosos**, **armadillos**, **oso hormiguero**, etc.

6 **Primates**: tienen características que estudiaremos en detalle más adelante, pero, de las principales la visión frontal, la mano y el mayor desarrollo cerebral. Entre ellos se hallan los **monos** **platirrinos**, los **catarrinos** y el **hombre**.

7 **Artiodáctilos**: que tienen **pezuñas** o **cascos** con un **número par de dedos** en cada extremidad, tales como el cerdo, la jirafa, los **cérvidos** y los **vacunos**.

8 **Perisodáctilos**: tiene **número impar de dedos** y cascos, como el rinoceronte, las **cabras** y los **caballos**.

9 **Proboscídeos**: caracterizados por la presencia de una **trompa** y **colmillos desarrollados**, como el **elefante**. Los tres últimos grupos son todos **hervívoros**, esto es, comen hierbas, hojas, vegetales en general.

10 **Sirénidos**: son unos **hervívoros curiosos** que se han adaptado a la vida acuática y pueden resistir bastante tiempo bajo el agua donde se alimentan de plantas propias del fondo de ríos y lagos, como el **manatí** y el **dugongo**. Estos animales, por tener una carne muy apetecida, una reproducción muy lenta y no aparearse en cautividad, están condenados a la extinción.

11 **Cetáceos**: mamíferos adaptados a la vida marina, cuyo cuerpo tiene forma parecida a la de los peces, carecen de miembros posteriores y los anteriores son como aletas. Entre ellos están las **ballenas**, **marsopas** y **delfines**.

No es fácil establecer una jerarquía de desarrollo en la línea evolutiva de los mamíferos ya que, por tener origen **polifilético**, no se puede definir un camino de progreso en la evolución. Sin embargo, es evidente que todos los esfuerzos se encaminaron a la obtención de una especie capaz de poseer un desarrollo **síquico**, como veremos luego al estudiar al **hombre**, ser altamente especializado con una diferencia indiscutible de cualquiera de las otras especies.

Palabras nuevas:

Endodermo	Vacuola	Gemas	Alevines
Mesodermo	Bipartición	Gónadas	Amnios
Segmentación	Gemación	Cilias	Metamorfosis
Citoplasma	Conjugación	Hermafrodita	Oviducto
Protoplasma	Gástrula	Rolotermos	Marsupial

1. La distinción principal entre el reino vegetal y el reino animal se funda en que las plantas son **seres productores** de alimentos capaces de realizar la fotosíntesis, mientras que los animales, son **seres consumidores** cuyo metabolismo se funda en la ingestión de alimentos preparados por otros seres.

2. La clasificación natural de los animales se funda en la diferenciación celular, la simetría corporal, las capas embrionarias, la segmentación y por último las características exclusivas de los grupos. Puede elaborarse un cuadro: 1. Invertebrados inferiores. 2. Invertebrados superiores. 3. Cordados. Siempre estudiar teniendo a la vista el gráfico que aparece al final del libro.

3. Se describen los grupos animales siguiendo el orden de la **complejidad creciente**, a partir de los unicelulares hasta los más complejos como los primates. Debe tenerse en cuenta las características de las principales funciones vitales como alimentación, respiración, reproducción, movilidad, circulación y la estructura nerviosa como puntos de referencia para comparar los grupos.

Ya tienes una idea bastante clara de cómo se fue desarrollando la vida en la tierra y por tu propia percepción al observar plantas y animales, podrás darte cuenta de sus diferencias y características para poder comprender la clasificación.

Trata de coleccionar hojas y pequeñas plantas, recogiéndolas y secándolas entre hojas de papel periódico a las que colocarás un buen peso encima. Obsérvalas con la lupa, distingue sus partes y trata de identificarlas.

Colecciona insectos y prepáralos de modo que no se pudran. Es suficiente sumergirlos por corto tiempo en una solución de formol y luego dejarlos secar. Podrás fijarlos con un alfiler en el fondo de una caja que te permitirá conservarlos.

Las mariposas no deben sumergirse en el formol, es suficiente pasarle un pincel mojado en formol por el cuerpo y las patas.

Con la ayuda del profesor puedes aprender a diseccionar otros animales; ello te dará gran conocimiento de sus caracteres distintivos.

LA EVOLUCIÓN DE LA VIDA

22.1 La evolución orgánica.

Corresponde a la biología, cuanto se refiere a la vida.

El estudio comparativo de las formas fósiles y vivas; la comprobación de su aparición, cambios y extinción, complementadas con las experiencias que la biología aporta con respecto a los procesos sobre la herencia, han permitido establecer el concepto de la **evolución**.

Este concepto, significa el reconocimiento de que existe una **transformación gradual y ordenada**, gracias a la cual se lleva a cabo un desarrollo y desenvolvimiento desde unas formas y estados a otras nuevas y diferentes.

22.1 La evolución inorgánica.

Se utiliza el concepto **evolución inorgánica** para describir aquellos cambios que descubrimos al estudiar las etapas sucesivas porque pasan las galaxias, las estrellas y los planetas. En igual forma, quedan incluidos en la evolución inorgánica, los cambios que son observables en el nivel de los elementos químicos (en especial en los radioactivos), pero que también acontecen a nivel de la estructura del átomo, los electrones, protones, neutrones y otras partículas subatómicas.

22.2 Principios y teorías de la evolución.

Ante todo es necesario **comprender** que la evolución es un proceso permanente que no se detiene y que presenta las características de un cambio acelerado, o sea que hoy actúa más rápidamente que en épocas pasadas. Más aún, es necesario aceptar que en el futuro, hasta nosotros los hombres, seremos diferentes.

En la Unidad 18, pudimos ver cómo las formas vivas actuales surgieron de otras anteriores más simples. De ello no queda duda alguna y la ciencia se ocupa actualmente en descubrir los mecanismos que influyen en el proceso de la evolución.

22.3 La adaptación al medio.

A comienzos del siglo XIX, un botánico francés Juan Bautista Lamarck, propuso como hipótesis que la evolución de los organismos vivos se debería a un continuado ajuste al medio. Suponía él que los efectos del **uso o no uso** de un órgano, determinaría cambios que se transmitirían a los descendientes, como el largo cuello de la jirafa que provendría de los esfuerzos repetidos por numerosas generaciones al intentar alcanzar las hojas altas de las palmeras.

Esta hipótesis de Lamarck, suponía que, una vez lograda una forma de adaptación, los caracteres adquiridos podían transmitirse por herencia. Actualmente esta suposición no se acepta: los **caracteres adquiridos no se heredan**, pues estos solo puede afectar a las **células somáticas** (del cuerpo adulto) y los rasgos hereditarios solo se transmiten por las **gametas** (o sea óvulos y espermatozoides).

He aquí una prueba, entre miles: durante más de 40 siglos las mujeres de ciertas culturas, para usar aretes tienen que perforar el lóbulo de sus orejas y nunca han nacido niños con dicha perforación.

22.4 La selección natural.

A mediados del siglo XIX, las ideas de Lamarck se vieron sustituidas por las del zoólogo británico Charles Darwin que, en resumen, pueden formularse así:

1. En todos los organismos vivos se producen variaciones de generación en generación.

2. En toda especie nacen más individuos de los que pueden obtener alimento para sobrevivir. Como el número de individuos no crece indefinidamente en el territorio donde viven, debe suponerse que la mayor parte perece.

3. Puesto que nacen más individuos que los que logran sobrevivir se presenta una lucha por la vida, que supone la supervivencia de los más aptos y la desaparición de los peor dotados para la lucha.

4. Entre los descendientes y sus padres, se presentan variaciones, de las cuales, aquellas que facilitan la lucha por la vida darán más oportunidad de sobrevivir a quienes las posean y al contrario reducirán las posibilidades de los individuos que carezcan de ellas. Esta es la idea de la **supervivencia del más apto**, en que se funda la idea de una **selección natural**.

La teoría de Darwin, no explicaba a qué se debían las variaciones que pueden ser heredadas. Hoy sabemos que son consecuencia de **mutaciones**, las cuales pueden alterar un cromosoma que trasmite dicho cambio a las generaciones siguientes.

22.5 Teoría moderna de la selección natural.

En el curso del siglo XX, un gran desarrollo de la **genética** (rama de la biología que estudia los fenómenos de la herencia) demostró que era necesaria la ampliación de la teoría de Darwin. Hoy se considera que la **selección natural** se debe únicamente a las variaciones **heredadas** y solamente opera cuando existe **aislamiento** geográfico o genético que evite el cruce.

22.6 Modificaciones y mutaciones.

Los cambios que pueden presentarse en los seres vivos, se deben a dos tipos de acción:

1. Algún efecto físico o químico del medio que afecta el embrión durante su desarrollo, lo que se llama **modificación**, cuyo resultado no se trasmite por herencia y por lo tanto carece de significado evolutivo.
2. Otras variaciones se originan en la alteración de los **genes** o **cromosomas**, modificaciones que se denominan **mutaciones** y son transmitidas en las siguientes generaciones, dando origen a la **evolución**, por medio de la selección natural.

22.7 Aislamiento.

Para que un grupo pueda diferenciarse de sus congéneres, es necesario el **aislamiento**. Esto demanda la existencia de una barrera que impida el cruce entre el tipo original y el **mutante**, o sea aquel en que se presentó un cambio.

El aislamiento puede ser **geográfico**, como sucedió con los animales del continente de Australia. Puede ser **ecológico** cuando, en una misma región, dos formas de vida diferente o dos

épocas de reproducción distanciada, impiden el cruce. También puede ser **social**, cuando existen prejuicios raciales, como los que aislan hombres de color diferente.

Finalmente, cuando los cambios genéticos son suficientemente importantes, se produce un **aislamiento genético** y en este caso el cruce del grupo original con el grupo mutante, hace imposible la reproducción.

22.8 La evolución directa.

En los comienzos de la paleontología, al observar las secuencias de los fósiles, se partió de la suposición que existía una línea evolutiva o si se quiere, una tendencia en línea recta hacia el **progreso** de las especies.

Esto equivalía a una evolución directa y lineal a la que se llamó **ortogénesis**. Algo como si toda la evolución estuviese **determinada** desde su comienzo por una ley de la naturaleza.

22.9 Evolución filogenética.

En la hipótesis evolucionista, el desarrollo de especies sucesivas a partir de una misma rama o **filum** y la relación entre especies derivadas de otras, se formuló como **teoría filogenética**.

22.10 Hibridación y nuevas especies.

Además de las mutaciones y de la selección natural, debemos considerar la **hibridación**, cruzamiento entre dos variedades o especies diferentes.

En general, dos especies distintas no son fértiles entre sí, pero ocasionalmente pueden cruzarse y dar origen a un tipo nuevo. La posibilidad de este tipo de cruce, solo se da cuando las especies cruzadas o **hibridadas** poseen igual número de **cromosomas**.

Los cultivadores de plantas y los criadores de animales, emplean generalmente la hibridación para establecer combinaciones de caracteres deseables. Los mulos, híbridos de yegua y asno o de caballo y burra, son casi siempre estériles, pero los diferentes híbridos del trigo que presentan catorce, veintiocho y cuarenta y dos cromosomas, son fértiles.

22.11 Nociones de embriología.

La reproducción sexual culmina en la unión de una célula reproductora paterna, (espermatozoide) y una célula materna (óvulo).

Todos los seres vivos que se reproducen sexualmente, tienen su origen en una sola célula que llamamos huevo o cigoto. Esta, al crecer va dividiéndose y desarrollándose hasta su forma final que repetirá el modelo de la especie de sus

progenitores, ya sea una planta, un cangrejo o un elefante.

Cada célula contiene en el núcleo una sustancia, la **cromatina** que aparece en forma de hilos, la cual se subdivide en unos bastoncitos antes de comenzar la división de la propia célula: los **cromosomas**. El número de estos cromosomas es prácticamente constante en todas las células somáticas de cada especie.

Cada **cromosoma** está, a su vez, formado por una serie fija de unidades más pequeñas llamadas **genes** y todo indica que son estos los que regulan el funcionamiento de la célula y deciden la organización del ser que tendrá su origen en el **cigoto** o huevo de una determinada especie.

Por la combinación de genes, pueden aparecer nuevas características, pero éstas solo representan una variación del modelo padres.

El cambio en los mismos genes, capaz de producir un modelo nuevo, se llama **mutación**.

El número de genes de una determinada especie puede ser enorme. Se calcula que nosotros tenemos algo más de 250.000 genes en cada célula, lo cual explica que, dadas las combinaciones posibles, no existan dos hombres iguales.

22.12 Variabilidad de las especies.

Al observar el gráfico en que se representan las líneas evolutivas de los principales grupos y especies vivientes, vemos especies que hoy son muy diferentes aunque proceden de un antecesor común.

Gracias al estudio comparado de los fósiles en términos de anatomía, embriología y última mente de biología molecular, la Paleontología ha podido establecer las grandes líneas de la evolución.

Palabras nuevas:

Ecmáticas (células)	Mutación	Híbrido
Selección (natural)	Ortogénesis	Cigoto

RETENGAMOS LO ESENCIAL DEL TEMA

1. La evolución de la vida comienza cuando los átomos de hidrógeno empezaron a condensarse para formar las estrellas que, en número de miles de millones forman las galaxias. Ellas son verdaderos hornos atómicos donde se fueron creando elementos cada vez más pesados y luego, al combinarse dieron origen a las moléculas inorgánicas.

2. Estas, nuestro planeta y posiblemente muchos otros que desconocemos, fueron sujetos de un proceso físico-químico y bioquímico que dio origen a la formación de moléculas más complejas de estructura orgánica.

3. En las condiciones especiales de la Tierra, estas moléculas orgánicas pudieron formar estructuras moleculares con características tales que permitieron la aparición de la materia viva, la cual, se organizó para constituir los virus y seres primitivos que, poco a poco, aprendieron a fabricar su alimento a partir de sustancias inorgánicas (autótrofos). Este es el momento en que pudo decirse: "Hágase la luz", como acto

único que comprende la realización de todos los cambios regidos por la evolución.

4. Los seres autótrofos (productores) dieron lugar a la posibilidad de que otros se alimentaran de ellos (heterótrofos, consumidores) para iniciar un proceso evolutivo que aún no ha terminado y que abarca todo el universo en una inmensurable cadena de acciones y reacciones mutuas.

5. Existen diversas teorías para tratar de explicar todo este complicado proceso de evolución y aquí hemos repasado los conceptos de adaptación al medio, modificaciones orgánicas, valor de los caracteres adquiridos, selección natural, mutaciones, barreras naturales, etc. que debemos razonar.

6. Hoy nadie busca explicarla de la manera más clara para lo cual la embriología y la genética tienen importancia suma, en particular, para distinguir los méritos reales de la llamada evolución directa y evolución filogenética.

LA POSICION DEL HOMBRE EN LA NATURALEZA

23.1 El hombre y los primates.

La línea evolutiva de los primates, nos presenta a los seres del reino animal más afines al hombre. Durante el Oligoceno, existieron pequeños insectívoros arborícolas cuyos descendientes como el **Tupaia**, sobreviven en las Filipinas y Malasia. Por su forma parecen ardillas, pero presentan un cambio en el dedo mayor (pulgar) que puede oponerse a los otros, carecen de garras y sus dedos terminan en uñas planas.

Emparentados a éstos, encontramos tres órdenes: los **lemúridos**, los **tarsios**, y los **antropoides**, que constituyen el grupo de los **primates**. Además de la característica de poseer manos, presentan la posición frontal de los ojos en lugar de estar separados por el hocico, lo que permitió el desarrollo de la visión binocular y como rasgo definitivamente importante un desarrollo acentuado del cerebro.

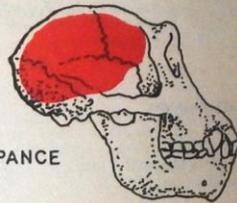
El estudio de los antropoides es básico para seguir la evolución de nuestra especie.

No debemos olvidar que hacia fines del Oligoceno, esto es hace unos 40 millones de años, los antropoides evolucionaron para dar origen a dos grandes grupos: los monos del Viejo Mundo y los de América.

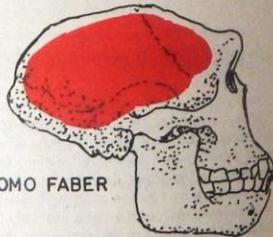
El grupo **Antropoide**, pues, se subdivide en: **Platirrinos**, monos de nariz ancha de América Central y del Sur y **Catarrinos**, de nariz más estrecha con sus aberturas más juntas y dirigidas hacia abajo, propios del Asia y África.

En una fase muy primitiva de este proceso evolutivo aparecieron los **póngidos** o grandes simios antropomorfos y los **hominidos** de los que se originaron las forma prehumanas y humanas. Esto deja claramente establecido que el **hombre no desciende** de grandes simios como los que actualmente viven. Los paleontólogos creen que la separación de los póngidos y homínidos, debió producirse hace unos 25 millones de años y se supone también que el animal del cual descienden **póngidos** y **hominidos**, debió ser parecido a los fósiles denominados **Procónsul**.

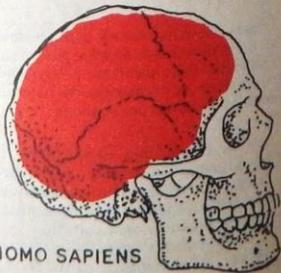
CHIMPANCE



HOMO FABER



HOMO SAPIENS



23.2 La edad de la humanidad.

En el desarrollo de los mamíferos, el volumen del cerebro en relación con el de su cuerpo, constituye el rasgo primordial y en especial, el mayor desarrollo cerebral, lo presenta la rama de los **primates**.

Con base en los restos fósiles hallados, (lo que no impide en el futuro que nuevos hallazgos nos proporcionen más datos), los tipos pre-humanos más primitivos hallados en Sudáfrica, se clasifican bajo el nombre de **Australopitecos**. Poseen una mezcla de rasgos humanos y simiescos. Su edad se remonta a más de 2.500.000 años; aunque su rostro parecido al de los grandes monos, por sus fuertes mandíbulas y el hueso frontal inclinado hacia atrás, les da rasgos simiescos, su capacidad cerebral de 650 centímetros cúbicos es mayor que la de cualquier simio.

Además de una dentición humana, la estructura del cuerpo, corresponde a la de un ser que no se apoya en sus brazos al andar, características que lo diferencia de los monos.

El rasgo **humano** de los Australopitecos, fue su capacidad para fabricar útiles destinados a la caza y el uso del fuego.

Mucho más tarde hace 500.000 años, los descendientes de los Australopitecos, que habitaban las regiones del Asia y Europa, habían evolucionado y se diferenciaban en la rama de los **Pitecántropos**, cuyos primeros restos se hallaron en la isla de Java (Indonesia). Más tarde un tipo nuevo, el **Sinántropos** hizo su aparición; sus restos óseos y los objetos que estos hombres fabricaron se encontraron por primera vez en China, cerca de Pekín.

Por las afinidades ente el pitecántropos y el sinántropos, se les reúne en el grupo de los **Arcantrópodos**. Señalemos como rasgo principal su capacidad craneana, ya que el cerebro de estos hombres tenía en promedio, 1.000 centímetros cúbicos de capacidad más del doble del volumen de los simios más evolucionados.

Los prehistoriadores, que se ocuparon del estudio de las culturas de estos hombres fósiles, han reconstruido muchos detalles de su sistema de vida: sabemos qué animales cazaban, qué utensilios fabricaban, cómo cambiaron sus hábitos culturales y todo indica que poseían un lenguaje y tenían ideas que les indujeron a actuar intelectualmente.

Los tipos humanos anteriores se denominan también **Homo Faber**, esto significa que se trataba de hombres capaces de fabricar herramientas de trabajo.

Los hombres actuales pertenecen todos a la especie **Homo Sapiens**, cuyos rasgos distintivos son su mayor capacidad craneana y un nivel más desarrollado y complejo de sus facultades físicas e intelectivas.

La siguiente etapa evolutiva fue la aparición del hombre **Homo Sapiens**, cuando aún dominaban el Viejo mundo los **Paleoantropos**, cuyo representante típico es el hombre Neanderthal aparecido hace unos 100.000 años.

Su capacidad craneana de 1.550 centímetros cúbicos, prácticamente igual a la nuestra, hace de él nuestro directo antecesor, que sobrevivió hasta hace unos 25.000 años y que, sin duda, dio descendientes híbridos con el hombre actual.

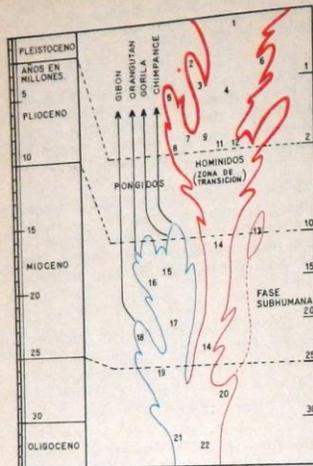
Hacia los 35.000 años antes de nuestra era, aparecieron los tipos humanos llamados Cro-Magnon, Grimaldi y Chancelado, de hecho idénticos a nosotros y representantes de las variantes blanca, negra y amarilla.

Durante unos 10.000 años vivieron juntos los neandertaloides y los hombres actuales, desarrollando culturas cada vez más complejas. Al progresar sus capacidades simbólicas, como el lenguaje y el arte, aquellos hombres prehistóricos nos dejaron infinidad de datos sobre su vida y sus creencias. Vivieron como cazadores hasta hace unos 8.000 años cuando se trasformaron en pueblos pastores y agricultores.

El largo período que va desde la aparición de los primeros hombres hasta la iniciación de la agricultura, se caracteriza principalmente por los instrumentos fabricados tallando piedras para obtener puntas de lanzas o flechas y demás implementos para la caza. Este período se le conoce como **Paleolítico**, que significa época de la piedra antigua.

Con los primeros agricultores, los objetos fabricados con piedra, en lugar de darles forma golpeando para hacer saltar esquilras, se construyeron por fricción y pulimento; cambio técnico del cual deriva el nombre de **Neolítico** o edad de la piedra nueva (pulida).

Con la agricultura y la ganadería, el hombre ya no dependió de la caza para sobrevivir. Al tener capacidad de almacenar alimentos, fueron posibles las concentraciones de la población y aparecieron las primeras ciudades. Poco después, con la invención de la escritura, comenzaría la verdadera historia.



- EVOLUCIÓN DE LOS HOMÍNIDOS (POR HEBERER)
- | | | |
|-----------------|-------------------|------------------|
| 1 CROMAGNON | 9 MAUER | 17 PROCONSUL |
| 2 NEANDERTHAL | 10 ATLANTROPO | 18 LINNÓPITECO |
| 3 PALEOANTROPO | 11 HOMO HABILIS | 17 AEGIPTÓPITECO |
| 4 STEINHEIN | 12 AUSTRALÓPITECO | 20 APIDIUM |
| 7 NGANDONG | 13 DROPITECO | 21 PARAPITECO |
| 8 H. ROGÉSIA | 14 RAKAPITECO | 22 PROPIÓPITECO |
| 9 SINANTROPO | 15 DRIÓPITECO | |
| 10 PITECANTROPO | 16 SIVAPITECO | |

23.3 El hombre un ser con doble línea de herencia

Al verificar la existencia de un proceso evolutivo, vimos la importancia que tiene la **herencia biológica**. Cada ser vivo pertenece a una especie, determinada por sus **cromosomas**. Hereda de sus progenitores aquellos rasgos que harán de él, una planta con flores o un mamífero; pero ciertos detalles, como la coloración de sus pétalos o de sus ojos lo harán diferente de las demás flores o mamíferos que son sus padres o sus hermanos; pues, en su **herencia biológica** tiene gran número de probabilidades de pequeñas variables.

Como hombres heredamos, al igual que todos los seres vivos, aquellos rasgos y estructuras que corresponden a la especie **Homo**, pero además

de esta herencia biológica, poseemos algo de que carecen todas las otras. El hombre desde el momento en que nace, es influido por una **herencia cultural**, lo que significa aprender un lenguaje, pensar en función de palabras, signos, símbolos, poder comunicarse con los demás, elaborar ideas propias o reelaborar y llevar más allá ideas que otros crearon antes de él.

Heredamos todo un pasado, que nos evita crear de nuevo lo que antes otros fueron capaces de descubrir o hacer. La cultura influye en que nuestros antepasados prepararon. Más aún, las que influirán sobre nuestros descendientes. Todo esto se debe a la capacidad para **comunicar ideas**, a la capacidad síquica que se basa en un **desarrollo cerebral** no alcanzado por otras especies.

Lo esencialmente humano es la palabra. Si los orígenes del Universo y de la vida nos parecen todavía oscuros y carecemos de explicaciones para ciertos fenómenos, no hay duda alguna de que lo humano se explica al decir que **"al principio fue el Verbo"**, esto es la palabra actuante y trasmisible.

No podemos pensar que la evolución se detenga; otros seres vendrán después de nosotros y vivirán hasta el día en que el Sol deje de ser una estrella brillante. No hay duda que una línea de la evolución tomó la dirección de un **desarrollo síquico**, y a ellas pertenecemos todos los hombres.

23.4 Ascensión hacia la reflexión.

Alumno lector que has llegado hasta esta página: los autores de este libro te acompañamos al introducirte en las bases de las Ciencias Naturales. Quisiéramos seguir contigo a lo largo de tu vida, pues, como hombres heredamos el conocimiento de quienes escribieron antes y a ti te corresponde conservar lo que aquí aprendas, ojalá añadidas algo nuevo, producto de tu propio trabajo creativo y puedas dar una herencia enriquecida que mejore a tus descendientes.

El hombre, no lo dudes, representa en la evolución la aparición de un ser capacitado para ser libre y reflexivo: aprende a serlo y trasmítelo a los que te seguirán.

Palabras nuevas:

Homo Faber
Homo Sapiens

Paleolítico
Neolítico

Herencia biológica
Herencia cultural

RETENGAMOS LO ESENCIAL DEL TEMA

1. La paleontología nos permite estudiar la aparición sucesiva de grupos de seres vivos que sobrevivieron o desaparecieron dentro de las cambiantes condiciones del mundo de formación, siempre con tendencia a una mayor complejidad, a una mejor diferenciación de las funciones del organismo y sobre todo a un perfeccionamiento del sistema nervioso.

2. Tal complejidad creciente y desarrollo de las estructuras nerviosas desembocó en el proceso de **cefalización** dando lugar a la mejoración del cerebro, órgano que fue perfeccionándose en las especies superiores.

3. La aparición de un ser como el hombre, provisto de un cerebro mayor, tuvo lugar a través de un proceso evolutivo propio que se inició con los homínidos, rama que se separó de los monos antropoides a partir de un tronco antecesor común.

4. El mayor cerebro del hombre le permitió desarrollar un proceso intelectual que dio origen a la herencia cultural, o sea, a la tradición de las realizaciones logradas por la inteligencia de los hombres que nos antecedieron; lo que constituye el rasgo definitivo esencial de la especie humana.

NOMENCLATURA PERIODICA DE LOS ELEMENTOS

Símbolo	Número Atómico	Nombre	Clasificación
H	1	Hidrógeno	Propiedades únicas
He	2	Helio	Gas inerte
Li	3	Litio	Metal alcalino
Be	4	Berilio	Metal alcalino-térreo
B	5	Boro	Familias del Boro y del Carbono
C	6	Carbono	"
N	7	Nitrógeno	Familias del Nitrógeno y del Oxígeno
O	8	Oxígeno	"
F	9	Flúor	Halógeno
Ne	10	Helio	Gas inerte
Na	11	Sodio	Metal alcalino
Mg	12	Magnesio	Metal alcalino-térreo
Al	13	Aluminio	Familias del Boro y del Carbono
Si	14	Silicio	"
P	15	Fósforo	Familias del Nitrógeno y Oxígeno
S	16	Azufre	"
Cl	17	Cloro	Halógenos
Ar	18	Argón	Gas inerte
K	19	Potasio	Metal alcalino
Ca	20	Calcio	Metal alcalino-térreo
Sc	21	Escandio	Primeros metales de transición
Ti	22	Titanio	"
V	23	Vanadio	"
Cr	24	Cromo	"
Mn	25	Manganeso	"
Fe	26	Hierro	Segundos metales de transición
Co	27	Cobalto	"
Ni	28	Niquel	"
Cu	29	Cobre	Terceros metales de transición
Zn	30	Cinc	"
Ga	31	Galio	Familias del Boro y del Carbono
Ge	32	Germanio	"
As	33	Arsénico	Familias del Nitrógeno y del Oxígeno
Se	34	Selenio	"
Br	35	Bromo	Halógeno
Kr	36	Kriptón	Gas inerte
Rb	37	Rubidio	Metal alcalino
Sr	38	Estroncio	Metal alcalino-térreo
Y	39	Itrio	Primeros metales de transición
Zr	40	Circonio	"
Nb	41	Niobio	"
Mo	42	Molibdeno	"
Tc	43	Tecnecio	"
Ru	44	Rutenio	Segundos metales de transición
Rh	45	Rodio	"
Pd	46	Paladio	"
Ag	47	Plata	"
Cd	48	Cadmio	Terceros metales de transición
In	49	Indio	"
Sn	50	Estaño	Familias del Boro y del Carbono
			"

Símbolo	Número Atómico	Nombre	Clasificación
Sb	51	Antimonio	
Te	52	Telurio	Familias del Nitrógeno y del Oxígeno
I	53	Yodo	"
Xe	54	Xenón	Halógeno
Cs	55	Cesio	Gas inerte
Ba	56	Bario	Metal alcalino
La	57	Lantano	Metal alcalino-térreo
Ce	58	Cerio	Lantánidos, Tierras raras
Pr	59	Praseodimio	"
Nd	60	Neodimio	"
Pm	61	Prometio	"
Sm	62	Samario	"
Eu	63	Europio	"
Gd	64	Gadolinio	"
Tc	65	Terbio	"
Dy	66	Disprobio	Lantánidos, Tierras raras
Ho	67	Holmio	"
Er	68	Erbio	"
Tm	69	Tulio	"
Yb	70	Iterbio	"
Lu	71	Lutecio	"
Hf	72	Hafnio	Primeros metales de transición
Ta	73	Tantalio	"
W	74	Tungsteno	"
Re	75	Renio	"
Os	76	Osmio	Segundos metales de transición
Ir	77	Iridio	"
Pt	78	Platino	"
Au	79	Oro	Terceros metales de transición
Hg	80	Mercurio	"
Tl	81	Talio	Familias del Boro y del Carbono
Pb	82	Plomo	"
Bi	83	Bismuto	Familias del Nitrógeno y del Oxígeno
Po	84	Polonio	"
At	85	Astato	Halógeno
Rn	86	Radón	Gas inerte
Fr	87	Francio	Metal alcalino
Ra	88	Radio	Metal alcalino-térreo
Ac	89	Actinio	Actínidos
Th	90	Torio	"
Pa	91	Protactinio	"
U	92	Uranio	"
Np	93	Neptunio	"
Pu	94	Plutonio	"
Am	95	Americio	"
Cm	96	Curio	"
Bk	97	Berkelio	"
Cf	98	Californio	Actínidos
Es	99	Einsteinio	Actínidos
Fm	100	Fermio	"
Md	101	Mendelevio	"
No	102	Nobelio	"
Lw	103	Lawrencio	"

GLOSARIO

Abrasión: raspado o pulido con un cuerpo áspero.

Ácido: sustancia que, disuelta en un líquido, por lo general agua, forma iones de hidrógeno. Colorea en rojo el papel de tornasol. Reacciona con las bases para dar una sal y agua.

Ácido desoxirribonucleico (D.N.A.): uno de los ácidos nucleicos. El D.N.A. se encuentra en los cromosomas dentro del núcleo celular; forma parte del material que transmite la "información" hereditaria.

Ácido ribonucleico (R.N.A.): uno de los ácidos nucleicos. El R.N.A. se encuentra en el citoplasma celular.

Actinomicetos: bacterias que se presentan como células alargadas, casi siempre filamentosas y con tendencia a ramificarse. La mayoría son patógenas y causan enfermedades.

Adaptación: modificación gracias a la cual un ser vivo se acomoda mejor a su ambiente.

Afloramiento: capas geológicas que asoman a la superficie a través de un terreno de características diferentes.

Albumina: proteína fácilmente soluble en agua pura. Constituye el componente proteico más importante de los sueros de los animales (sangre) y predomina como proteína en la clara del huevo. Participa en el transporte de productos metabólicos poco solubles de uno a otro tejido.

Alcalis (o bases): compuestos de sabor jabonoso que, disueltos en agua, dan origen a iones hidróxidos (OH⁻). Los álcalis reaccionan con los ácidos para formar sales y agua.

Aleación: sustancia con propiedades metálicas compuestas por dos o más elementos metálicos, exceptuando unas pocas. Generalmente presentan propiedades superiores a los metales puros.

Algas: se denomina así a todas las talofitas que poseen clorofila.

Alumbre: son sales que resultan de unir el ácido sulfúrico con ciertos metales, como el aluminio y el potasio, por ejemplo, para dar unos cristales que tienen propiedades muy útiles, tales como la de hacer que los colorantes se unan firmemente a los tejidos, por lo cual se dice que fijan el color sobre las telas o cueros.

Aluvión: suelo formado por estratos de barro fino depositado por ríos de curso lento.

Amalgama: aleación de mercurio. Prácticamente todos los metales forman aleaciones o amalgamas con el mercurio, con la notable excepción del hierro.

Ambiente: todo lo que rodea a un ser viviente e influye en él.

Aminoácidos: compuestos de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y, en algunos casos azufre. El grupo amino es NH₂ y el grupo ácido COOH. Los aminoácidos son las unidades que forman las largas cadenas moleculares de las proteínas.

Amnios: fina membrana extraembrionaria celular que rodea el embrión en los reptiles, aves y mamíferos y se encuentra únicamente en dichos grupos; de ahí el término de amniotas que se aplica a estos animales.

Amoniaco: el compuesto más conocido de los elementos nitrógeno e hidrógeno, NH₃. Se produce como resultado de la descomposición de la mayoría de las sustancias orgánicas nitrogenadas, y su presencia se reconoce por su olor picante e irritante. En forma de sales, se usa como fertilizante.

Amorfo: que no tiene forma definida.

Amperio: unidad de intensidad de corriente.

Anabolismo: reacción capaz de resintetizar ciertos productos en el proceso general del metabolismo.

Anaerobio: capaz de vivir en un ambiente privado de oxígeno libre.

Angiospermas: plantas con semilla pertenecientes a la clase de espermatofitos. Comprenden aproximadamente 250.000 especies, es decir, unos cinco séptimos de todas las plantas conocidas. Sus semillas cubiertas en un ovario, que a su vez se encuentra en la flor.

Anodo: electrodo positivo.

Anticlinal: pliegue que se dirige hacia la parte superior de un estrato rocoso de la corteza terrestre.

Año-luz: la distancia que la luz, viajando a 300.000 kilómetros por segundo recorre en un año. Aproximadamente es igual a 9.500.000.000 kilómetros.

Arenisca: roca sedimentaria, formada por arena comprimida.

Argón: gas incoloro, inodoro, que constituye el 1% de la atmósfera. Símbolo A.

Atomo: la partícula más pequeña de un elemento que toma parte en una reacción química.

Bacterias: también esquizomicetos o bacterios. Se aplica esta denominación a las plantas primitivas del género "bacterium".

Base: en química, sustancia que al reaccionar con un ácido da sólo una sal y agua.

Bentos: conjunto de plantas y animales que viven en el fondo de los mares y lagos.

Bioma: comunidad biótica (de seres vivos) con amplia distribución geográfica, y constituida tanto por especies vegetales como animales.

Bioquímica: ciencia que estudia las reacciones químicas que se suceden en los organismos vivos.

Biosfera: capas superficiales de la Tierra, donde se desarrolla la vida; en ellas están comprendidas la parte más baja de la atmósfera y la más alta de la hidrosfera.

Bobina: hilo conductor enrollado en un carrete o núcleo con el fin de producir un campo magnético.

Brucita: hidróxido de magnesio natural que se presenta en masas fibrosas.

Buzamiento: término que sirve para designar la inclinación con respecto a la horizontal.

Calcopirita: sulfuro de cobre y hierro que es el mineral más importante de cobre encontrándose en filones como cristales de color amarillo.

Caloría: cuando se representa por una "c" minúscula significa la cantidad de calor necesario para elevar en 1°C la temperatura de un gramo de agua. Cuando se representa por una "C" mayúscula equivale a 1.000 calorías.

Cámbrico: primer sistema geológico que contiene abundantes fósiles animales y el más antiguo período geológico de la era paleozoica.

Carbonato: especies químicas que contiene grupos CO₃ como unidades fundamentales de su estructura.

Capilaridad: proceso merced al cual los líquidos penetran en los tubos capilares o de pequeño diámetro.

Carbonífero: en geología, el quinto período de la era paleozoica; se extiende desde hace 275 millones de años hasta hace 220 millones de años.

Catabolismo: proceso por el cual se produce una degradación de las sustancias organizadas de los seres vivos gracias al metabolismo celular.

Catalizador: pequeña cantidad de sustancia que aumenta o frena la velocidad de una reacción química, sin consumirse en el proceso y recuperable sin cambio químico alguno al terminar la reacción.

Cátodo: electrodo negativo.

Cefalización: es la formación de la cabeza, o sea, del extremo anterior del animal para contener los órganos más importantes y en particular el cerebro o encéfalo. Constituye la diferenciación definitiva en la escala de evolución para llegar al hombre.

Celsius: (Andrés) Astrónomo sueco (1701-1744) quien en 1742 construyó el termómetro centígrado (dividido en cien partes).

Cero absoluto: es la temperatura a la cual las moléculas de un gas perfecto permanecerían inmóviles y no ejercerían presión alguna.

Ciclo biológico: se llama así al conjunto de los distintos pasos del proceso que sigue un elemento químico desde su forma mineral hasta regresar a ella, después de cumplir los procesos metabólicos en los organismos vivos.

Cigoto: la célula fecundada merced a la fusión de una célula sexual femenina con una masculina.

Cinética: que tiene movimiento.

Citoplasma: el material intracelular, exceptuando el núcleo.

Criogenia: ciencia de la producción y mantenimiento de temperaturas muy bajas.

Coacervación: es la separación, por adición de un tercer componente, de una solución coloidal macromolecular (polímero) en dos fases líquidas, una de las células es rica en coloides (coacervato) y la otra es una solución acuosa del agente concenante (líquido de equilibrio).

Coherente: se emplea en varios sentidos según la ciencia donde se aplica, pero, en general, significa lo que está unido de una manera uniforme en toda la extensión.

Cohesión: tendencia a mantenerse unidas las distintas partes de un cuerpo de composición constante. La cohesión es una propiedad característica de la materia y proviene de las fuerzas atractivas intramoleculares.

Coloide: sustancia dispersa en un líquido de modo tal que sus moléculas no están todas separadas como en una verdadera solución, pero que están unidas en grupos que forman partículas lo suficientemente grandes para ser vistas con un microscopio potente.

Combustible: es toda sustancia que puede quemarse.

Comburente: es toda sustancia que proporciona oxígeno a la combustión.

Comunidad biótica: conjunto integrado por seres inanimados y vivos que se influyen recíprocamente.

Conmutador: mecanismo para abrir o cerrar los circuitos eléctricos.

Convección: es la transmisión del calor de una parte a otra de un fluido por desplazamiento desde las más calientes hasta las más frías.

Corrosión: el desgaste lento de los metales por ataque de los agentes meteorológicos como el agua, el aire, los gases industriales, etc.

Cosmos: conjunto de las estrellas, planetas y satélites que forman el universo.

Cotiledón: hoja de estructura sencilla, generalmente sin clorofila, que forma parte del embrión de la semilla y a veces contiene reservas alimenticias; puede crecer en el suelo, producir clorofila y elaborar alimento para la plántula.

Cratóceo: en geología, el último período de la era mesozoica, que se extiende desde hace unos 140 millones de años hasta unos 70 millones de años.

Criptógama: división que significa con semilla oculta, son plantas sin flores. Como helechos, licopodios, etc.

Criptón: gas incoloro, inodoro que constituye cerca de la milonésima parte de la atmósfera en volumen. Símbolo: Kr.

Cristal: sustancia cuyos átomos están dispuestos según una estructura regular que se repite. Las superficies de un cristal son planas y tienen una forma geométrica definida, que depende de la posición de los átomos en el cristal.

Cuanto: (lo quantum). Es la unidad utilizada en una teoría que concibe la energía como variable en un sistema de múltiplos de una cantidad indivisible mínima: el cuanto.

Cuprita: óxido de cobre natural que se encuentra en abundancia muchas veces asociados a cobre nativo. Suele ser de color rojo.

Declinación: la desviación angular de la aguja magnética bajo la influencia de causas locales que son variables según el sitio de la Tierra y las estaciones.

Devoniano: en geología, el cuarto período de la era paleozoica, que duró desde hace 320 millones de años hasta hace 275 millones de años.

Diesel: (Rodolfo) inventor alemán (1858-1913) ideador del motor de aceite pesado sin ignición que lleva su nombre, el cual es muy económico y no origina explosiones.

Disolución: mezcla homogénea de dos o más componentes cuyas propiedades varían de manera continua al variar las proporciones de los mismos.

Dolomita: carbonato de calcio y magnesio que es un mineral importante para la extracción del magnesio.

Ebonita: caucho vulcanizado con azufre, llamado también caucho endurecido.

Eclíptica: trayectoria que describe el Sol en un año sobre la esfera celeste como consecuencia del movimiento de la tierra alrededor de él. La eclíptica es un círculo máximo de la esfera celeste inclinado unos 23,5° sobre el ecuador terrestre.

Ecosistema: sistema complejo que comprende una comunidad natural y su ambiente.

Electrón: partícula más pequeña con carga negativa. El número de electrones en un átomo en su estado normal es igual al número de protones en el núcleo.

Electrovalencia: enlace homogéneo en que un electrón pasa de un átomo al otro.

Elemento: sustancia que no puede ser descompuesta por medios químicos en otras sustancias más sencillas.

Embolio: forma cilíndrica sólida que puede moverse hacia adelante o atrás dentro de un cilindro hueco gracias a una fuerza exterior.

Emulsión: suspensión coloidal de un líquido en otro.

Endosperma: tejido que contiene reservas alimenticias y envuelve el embrión.

Enzimas: proteína producida por células vivas que actúa como catalizador en un proceso químico.

Eoceno: en geología, el primer período de la era terciaria, que duró desde hace 70 millones de años hasta hace 50 millones de años.

Equinoccio: uno de los días del año en que las horas del día y de la noche son aproximadamente iguales en toda la Tierra (el 21 de marzo y el 21 de septiembre), cuando el Sol parece cruzar el ecuador celeste.

Era: la mayor división del tiempo en sentido geológico.

Era azoica: tiempo transcurrido entre la formación de la Tierra, hace unos 4.500 millones de años y el comienzo de la era protozoica hace unos 2.700 millones de años.

Era cenozoica: era de la "vida reciente", o sea en que vivimos, dura desde hace unos 70 millones de años. La era cenozoica se divide a menudo en era terciaria y era cuaternaria.

Era cuaternaria: la última era geológica, que se extiende desde hace un millón de años hasta nuestros días. Se divide en dos períodos: pleistoceno y holoceno (lo reciente).

Era mesozoica: la cuarta era geológica, que duró desde hace 195 millones de años hasta hace 70 millones de años. Se divide en tres períodos: triásico, jurásico y pérmico.

Era paleozoica: la tercera era geológica, que duró desde 520 millones de años hasta hace 195 millones de años. Se divide en seis períodos: cámbrico, ordóviceno, silúrico, devónico, carbonífero y pérmico.

Era proterozoica: la segunda era geológica. Es la era de la "primera vida" que duró desde el tiempo en que se formaron los primeros fósiles actualmente conocidos, hace unos 2.700 millones de años, hasta hace unos 520 millones de años.

Era terciaria: la quinta era geológica, dividida en cuatro períodos: cenozoico, oligoceno, mioceno y plioceno. Transcurrió desde hace 70 millones de años hasta hace un millón de años.

Espectroscopio: aparato esencial para estudiar las rayas del espectro luminoso resultado de la dispersión de los rayos emanados de un cuerpo incandescente, al hacerlos atravesar un prisma cristalino. Ello permite deducir la constitución de los cuerpos y mediante este aparato se ha logrado conocer la composición de astros lejanos. Existen espectrógrafos que permiten imprimir las rayas para análisis posterior.

Espirales: cada vuelta de alambre de un arrollamiento de la bobina.

Espora: cuerpo reproductor que se forma en muchas plantas y que, desprendido del organismo que lo ha producido, puede dar origen a un nuevo individuo. Reciben también el nombre de esporas ciertas fases de las bacterias y protozoos que sobreviven en condiciones desfavorables.

Esporofito: planta portadora de los esporangios.

Estalactitas: depósito de carbonato de calcio que pende del techo de las cavernas formado por infiltración de aguas calizas.

Estalagmitas: son semejantes a las anteriores pero en sentido inverso, o sea, se forman desde el suelo y por lo común corresponden a una estalactita.

Estator: es la parte fija de una máquina eléctrica, un motor, un dinamo.

Estratosfera: capa que se supone hasta unos 12 kms. de altura en la que no hay cambios de temperatura.

Exosfera: capa externa de la atmósfera terrestre, por encima de la ionosfera, que se extiende a partir de 640 kilómetros sobre la corteza terrestre.

Fahrenheit: (Daniel) alemán quien vivió entre 1686 y 1736 e ideó dividir el termómetro en 212°, tipo de graduación que se emplea mucho en los países de habla inglesa.

Falla: quiebra en las rocas que origina el desplazamiento de los estratos por deslizamientos de unos respecto a otros.

Fanerógama: planta con flores y frutos.

Fermentación: descomposición de la materia orgánica, acompañada generalmente de desprendimiento gaseoso. Durante la fermentación la materia orgánica se descompone en ausencia de oxígeno.

Ferromagnético: son aquellos materiales cuya estructura les permite actuar como imanes, como el hierro y el acero.

Filamentoso: parecido a hilos.

Filiación: procedencia, descendencia.

Filogenia: historia del desarrollo de una raza teniendo en cuenta los lazos que existen entre los progenitores y los descendientes, se dice también filogénesis.

Fisión nuclear: división de un núcleo atómico acompañada por lo general de la producción de neutrones libres, que se mueven rápidamente.

Flagelo: largo apéndice celular a modo de látigo; generalmente, uno o dos para cada célula. Los flagelos constituyen el órgano locomotor de muchos protozoos y de las células sexuales masculinas de gran número de animales.

Floculación: es la coagulación de un precipitado finamente dividido para formar grumos mayores.

Foliáceo: semejante a una hoja.

Fosforescencia: es una luminosidad resultante de la descomposición de sustancias fosforadas por oxidación.

Fotón: cuanto de luz; se puede considerar, o bien como una onda electromagnética que viaja a la velocidad de la luz, o bien como una masa que varía con relación a la frecuencia de onda.

Fricción: frotación de dos partes vecinas cuando resbala una superficie contra otra que tiene en contacto.

Fulcro: punto de apoyo de una palanca.

Fusión: momento en que una sustancia pasa del estado sólido al líquido lo que ocurre a una temperatura definida para cada sustancia que se llama punto de fusión.

Galaxia: sistema rotatorio de estrellas, que se cuentan en millones; p. ej., la Vía Láctea cuyo número de estrellas se calcula superior a 100.000 millones.

Gametos: células sexuales de un organismo con número haploide de cromosomas o sea que el número de cromosomas es la mitad del total de cromosomas existentes en las dos células somáticas.

Gastrulación: formación de la cavidad digestiva primitiva, durante el proceso del desarrollo embrionario.

Geiser: manantial o fuente natural que lanza al aire una columna de agua o vapor a intervalos más o menos regulares.

Gemación: desarrollo de la yema o reproducción por yemas.

Geomagnetismo: se dice de la propiedad que tiene la tierra de actuar como un imán y sus consecuencias.

Germen: primero, en sentido vulgar, designa el organismo patógeno, normalmente una bacteria o un virus. Segundo, embrión dentro de una semilla.

Germicida: producto capaz de destruir los gérmenes patógenos.

Gimnosperma: clase vegetal que pertenece al subfilum Pterósidos, y cuyos representantes son las más primitivas plantas productoras de semillas.

Glucosa: monosacárido o azúcar que más abunda en la naturaleza, en su forma libre se encuentra casi todas las plantas superiores, y en concentraciones más bajas en los líquidos de los organismos animales.

Gónadas: glándulas encargadas de la regulación sexual primaria y de la formación de las células germinales para la producción de un nuevo ser. En la especie humana se las denomina testículo en el varón y ovario en la hembra.

Grasa: compuesto que consta de tres moléculas de ácidos grasos, unidas a una molécula de glicerina por eliminación de agua. Las grasas representan uno de los dos tipos principales de combustibles fósiles.

Habitat: tipo de ambiente en que vive una planta o un animal.

Halógenos: cuatro elementos no metálicos: cloro, bromo, flúor y yodo. En ciertas condiciones se pueden combinar directamente con elementos metálicos para formar sales.

Helio: el más ligero de los gases presente en la atmósfera al 1 por 200.000 en volumen. Su símbolo es He.

Hidrato: forma particular de un compuesto sólido, que tiene agua en forma de moléculas H₂O asociadas a él.

Hidrato de carbono: compuestos de carbono, hidrógeno y oxígeno, estos dos últimos en proporción H₂O. Son hidratos de carbono: la glucosa, sacarosa (azúcar de mesa), glucógeno, almidón y celulosa. Los hidratos de carbono son uno de los combustibles más importantes de los seres vivos.

Hidrocarburo: compuesto químico con moléculas formadas exclusivamente de carbono e hidrógeno. Son considerados como las sustancias básicas de las que se encuentran en los seres vivos. El hidrocarburo más sencillo es el metano, gas de los pantanos, CH₄, derivan las que se encuentran en los seres vivos. El hidrocarburo más sencillo es el metano, gas de los pantanos, CH₄.

Hilo de rosca: cada uno de los filetes que presenta el tornillo.

Hidruro: compuesto que tiene hidrógeno y otro elemento.

Hipótesis: hay principios científicos generales conocidos que los científicos aprovechan para explicar por deducción lógica, fenómenos que aún no se conocen bien y que están sujetos a demostración posterior.

Es una explicación razonable y provisional, adoptada a título de ensayo para explicar ciertos fenómenos que pueden luego ser comprobados o no, por la experimentación. Si lo son, se aceptan las hipótesis como válidas.

Holoceno: en geología, el segundo período de la era cuaternaria, que se extiende desde hace unos 10.000 años hasta hoy.

Hongos: se da este nombre a organismos vegetales heterótrofos que carecen de clorofila adaptados a la vida terrestre como plantas saprófitas o parásitas.

Humus: materia orgánica en descomposición contenida en el suelo.

Implosión: hundimiento hacia adentro debido al vacío.

Incompresibilidad: propiedad física de los líquidos que consiste en la imposibilidad de aproximar más sus moléculas, aún bajo las más grandes presiones.

Interferencia: consiste en superponer dos o más trenes de ondas que tengan igual longitud. En otras ramas de la física se emplea con otro sentido.

Átomo: átomo o grupo de átomos con carga eléctrica. Cuando uno de tales grupos tiene menos electrones que protones, su carga es positiva; cuando tiene más electrones, es negativa.

Ionosfera: región de la atmósfera superior que no se extiende por encima de la estratosfera, unos 720 kilómetros. Está constituida de por lo menos tres capas de gases ionizados, que reflejan las ondas de radio.

Isostasia: teoría según la cual áreas terrestres equivalentes soportan el mismo peso material; bajo la superficie sometida a erosión se introduce material más pesado, mientras en los puntos en que se forman depósitos superficiales se produce una pérdida de material, en los estratos subyacentes y la superficie se hunde.

Jurásico: en geología, el segundo período de la era mesozoica, que duró desde hace 170 millones de años hasta hace 140 millones de años.

Julio (Joule): unidad de trabajo. Cantidad de trabajo que se realiza cuando una corriente de un amperio circula a través de una resistencia de un ohmio durante un segundo.

Latitud: en astronomía es la distancia angular de un astro a la eclíptica, o sea, al plano que resulta de la intersección entre el plano de la órbita terrestre y el que pasa por el eje de la Tierra. En geografía es la altura angular del polo celeste por encima de un plano tangente a la tierra.

Levadura: nombre con el que se designan aquellos hongos que poseen en condiciones normales de crecimiento un cuerpo vegetativo filarico, compuesto al menos en parte por células únicas, individuales y sencillas. La levadura tiene gran importancia en los procesos de fermentación industrial.

Ley: cuando un conjunto de teorías o una sola, están plenamente demostradas experimentalmente se establece una ley científica que rige los hechos objeto de la teoría.

Licuefacción: consiste en enfriar los gases por debajo de su temperatura crítica y comprimirlos para ponerlos en estado líquido.

Loes: suelos superficiales transportados por el viento y depositados en otros lugares.

Macía: forma en la que dos o más cristales, o parte de ellos, toman orientaciones tales que uno de ellos puede coincidir con el otro por reflexión respecto a un plano o por rotación alrededor de un eje.

Magma: material rocoso fundido del que se forman rocas ígneas. Esta denominación se suele utilizar cuando el producto fundido se encuentra por debajo de la superficie terrestre, pues cuando aparece sobre ella se llama lava.

Magnetita: carbonato de magnesio que se encuentra en depósitos naturales y se prepara para formar paredes refractarias en los hornos.

Malaquita: carbonato cúprico básico que es uno de los minerales de cobre corrientes.

Mamupial: subclase de mamíferos que tiene una zona donde se alojan las crías que nacen imperfectas y donde cumplen la última etapa del desarrollo antes de salir a la luz.

Membrana: es toda estructura delgada en forma de lámina u hoja que recubre o limita superficies.

Metabolismo: todos los procesos físicos y químicos que se producen en los seres vivos, mediante los cuales se producen y mantienen las sustancias organizadas y las transformaciones por las que la energía se hace aprovechable para el organismo.

Metales: elemento que presenta las características externas de modo indistinto como metal, o como elemento no metálico. Son ejemplos el arsénico y el antimonio.

Metamorfismo: es el conjunto de procesos que pueden ocurrir en la corteza terrestre y transforman una roca en un nuevo tipo distinto.

Metano: gas de los pantanos. Es un gas incoloro inflamable, que cuando se mezcla con el aire se vuelve explosivo. Es un hidrocarburo parafínico formado en la descomposición bacteriana de materias vegetales. En el interior de las minas se le llama grisú.

Meteoros: cuerpos relativamente pequeños procedentes del espacio que penetran en la atmósfera y se ponen incandescentes. Se llama también aerolito y por lo común se consume antes de caer a tierra.

Mioceno: en geología, tercer período de la era terciaria, que duró desde hace 35 millones de años hasta hace 15 millones de años.

Mixomicetos: grupo de microorganismos conocidos también como mohos de hongo. Estos organismos están en la frontera de los reinos vegetal y animal.

Moléculas: la partícula más pequeña de una sustancia que conserva las propiedades de éste.

Monotreme: subclase que reúne características como tener pelos, poner huevos y ser mamíferos.

Mutación: cambio súbito en un gen, probablemente relacionado con un cambio en la molécula de A.D.N. o ácido desoxirribonucleico.

Nuclear: relativo al núcleo de los átomos o de las células.

Núcleo: esta palabra la veremos mucho en varias ciencias con significado diferente; en física, con respecto al átomo es la parte central de este, que se halla cargada con electricidad positiva y contiene prácticamente toda la masa del átomo. El núcleo del átomo está formado por protones, neutrones y tal vez algunas otras partículas.

Neón: gas incoloro, inodoro que constituye unas 18 partes por millón, de la atmósfera. Símbolo: Ne.

Neutrón: partícula eléctricamente neutra que se halla en los núcleos de todos los átomos, excepto en el del hidrógeno. Tiene una masa mayor del 1% de la de un protón.

Nitrógeno: compuesto binario del nitrógeno con elementos menos electronegativos que dicho elemento.

Nitruro: compuesto de nitrógeno con otros elementos.

Oligoceno: en geología, el segundo período de la era terciaria, que duró desde hace 50 millones de años hasta hace 35 millones de años.

Olivino: ortosilicato de hierro y magnesio que se encuentra en cantidad en rocas eruptivas.

Ondulatorio: relativo a las ondas y se aplica a las teorías de la luz y de la mecánica que tratan de explicar los fenómenos por ondas.

Orbita: igualmente se emplea de diversa manera en varias ciencias; en este capítulo se refiere a las trayectorias en las cuales se supone giran los electrones alrededor del núcleo del átomo.

Ordovícico: en geología, el segundo período de la era paleozoica, que duró desde hace 420 millones de años hasta hace 350 millones de años.

Orogénesis: difusión de las moléculas de un disolvente a través de una membrana semipermeable, la cual separa las dos soluciones a distinta concentración. El líquido se dirige a la solución menos densa, hasta que las concentraciones de ambos lados de la membrana son iguales.

Ovario: órgano de los animales y las plantas en que se forman las células sexuales femeninas.

Oviducto: canal por el cual sale el huevo fuera del ovario.

Oviparo: que nace de los huevos.

Ovoviviparo: que produce huevos pero se incuban en el interior de la hembra.

Ovulo: célula sexual femenina de una planta o un animal.

Oxidación: 1. Proceso de combinación con el oxígeno. 2. Adición de un átomo o de un grupo de átomos que, al igual que el oxígeno se comportan como iones negativos. 3. Sustracción en una molécula, de un átomo o grupo de átomos que, inversamente al oxígeno, se comportan como iones positivos.

Ozono: es el O₃ producido por la acción de los rayos ultravioletas y por descargas eléctricas sobre el oxígeno atmosférico.

Ozonosfera: la parte central más caliente de la estratosfera en la cual hay más ozono que en las demás partes de la atmósfera.

Partículas: se ha dado este nombre a las cantidades de materia de tamaño menor que el átomo proveniente de la desintegración de la materia, aunque también se emplea con otros sentidos.

Paso de rosca: es la distancia, en dirección paralela al eje, entre dos filetes consecutivos de un tornillo, o más.

Perenne: en botánica, las plantas que duran tres años o más.

Pérmico (o permiano): en geología, el último período de la era paleozoica, que duró desde hace 220 millones de años hasta hace 190 millones de años.

Pivote: extremo de un eje que se introduce en un agujero liso o roscado para que sirva de centro de giro o de movimiento.

Placenta: órgano que permite a los fetos de muchos mamíferos (llamados por éste placentarios) recibir alimento y oxígeno de la madre. Los vasos constituyen el sistema circulatorio del embrión y están en íntimo contacto con la sangre materna en las paredes del útero.

Placentarios: subclase de mamíferos que cuentan con una estructura parecida a las raíces de un árbol que se fijan en el útero cuyo tronco es el cordón umbilical por el cual se alimentan las crías antes de nacer.

Plasma: gas altamente ionizado compuesto de un número igual de cargas libres positivas y negativas (compuesto de partículas cargadas, presenta fenómenos diferentes a los de los gases ordinarios).

Plioceno: en geología, el último período de la era terciaria, que duró desde hace 15 millones de años hasta hace 1 millón de años.

Polen: gránulos en los que se desarrollan las células sexuales masculinas de las flores.

Polipasto: sistema de poleas compuesto de dos grupos, el uno fijo y el otro móvil.

Potencia: es la cantidad de trabajo desarrollada en la unidad de tiempo.

Potencial: cuando se refiere a la energía significa que está latente o disponible para hacerse notable. En electricidad se emplea con otro significado.

Precámbrico: en geología, el tiempo que, en la historia de la Tierra, precede al cámbrico. Suele dividirse en era azoica y era proterozoica.

Precipitado: es la parte sólida que vemos separarse de una solución cuando se hace una reacción química que da un producto insoluble. Por ej., al soplar sobre un poco de agua de cal se forma un precipitado blanco lechoso de carbonato de calcio.

Proteína: amplia serie de compuestos de carbono-hidrógeno-oxígeno-nitrógeno (algunos contienen también otros elementos químicos). Son los constituyentes esenciales de la célula viva y están presentes en muchas clases de alimentos; se encargan de la constitución y reconstitución de los tejidos vivos.

Protoplasma: sustancia dotada con las propiedades específicas de la vida. En general todo el material vivo de la célula, núcleo y citoplasma incluidos y considerados como una unidad.

Protón: partícula atómica cargada positivamente que es un constituyente esencial del núcleo de un átomo. El número atómico de un elemento equivale al número de protones de su núcleo.

Protozoos: animales primitivos en su mayoría microscópicos. No poseen tejidos ni órganos. Son ejemplos las amebas y los radiolarios.

Radiante: que se propaga en ondas que siguen el sentido de los radios de un círculo.

Radioactividad: emisión de partículas atómicas por parte de los núcleos de ciertos elementos inestables cuando se transforman en elementos más estables o en isótopos más estables que el mismo elemento.

Rarefacción: o enrarecimiento. Es la disminución del número de moléculas en un volumen determinado de un gas con la consiguiente disminución de la presión.

Reductor: sustancia capaz de incorporar un electrón a un átomo o a un ion.

Repulsión: tendencia a separarse que muestran los polos del mismo signo.

Rotor: es la parte que gira pero, usualmente, solo se aplica a máquinas de corriente eléctrica.

Resistividad: resistencia específica de un bloque de material de volumen determinado como unidad.

Retícula: se aplica en diversos modos, pero siempre indica la posición de puntos fijos relacionados en forma tal que si los unimos por líneas resultaría una malla o red.

Saporfito: organismo que se alimenta de animales y plantas muertas, p. ej., setas.

Saturación: es una propiedad de los materiales magnéticos, debido a la cual, una vez se le ha aumentado fuerza magnetizante hasta cierto punto, por más fuerza magnetizante, el magnetismo es cada vez menor.

Siel: el material más ligero, rico en silicio y aluminio (Si, Al) que forma el estrato externo de la corteza terrestre por encima del simo.

Silúrico: en geología, el tercer período de la era paleozoica, que duró desde hace 350 millones de años hasta hace 320 millones de años.

Silvicultura: teoría y práctica del control de la creación, composición y desarrollo de las zonas arbóreas y grandes bosques.

Sima: parte de la corteza terrestre rica en sílice y magnesio, extendida bajo el síal más ligero.

Simbiosis: asociación entre dos organismos mutuamente beneficiosos.

Símbolo: es la representación con letras de un determinado elemento. Se utiliza, casi siempre, la inicial del nombre en latín, como en el azufre (S) o se acompaña de otra letra para distinguirlo de otro símbolo semejante, como en el mercurio (hydrargyrum = agua de plata) que es Hg para evitar confundirlo con el hidrógeno (H).

Sinclinal: plegamiento hacia abajo de las rocas de la corteza terrestre.

Solsticio: una de las ocasiones anuales en que el Sol del mediodía se halla en posición exactamente perpendicular a la línea de uno de los trópicos. Aproximadamente el 22 de junio sobre el Trópico de Cáncer y el 22 de diciembre sobre el de Capricornio.

Subsuelo: es la capa de depósitos minerales situada entre la tierra vegetal y el fondo rocoso.

Tejido: conjunto de células que se organizan en un conjunto definido para realizar una función semejante.

Tensión: es un término que se emplea con distinto significado en las ciencias pero siempre en el sentido de intensidad o fuerza.

Teoría: es un conjunto de suposiciones lógicas y verificables que se basan en la repetición de los hechos observados por los científicos como resultado de experimentos que apoyan lo previsto en la hipótesis. Las superficies de los cuerpos, a saber: una piedra es rasposa áspera si se ve granulosa y al tacto es rasposa porque tiene aristas. Mientras, la piel de un grito es sedosa.

Trafiado: cuerpo que permite el paso de la luz pero no la visión de las imágenes.

Triásico: en geología, el primer período de la era mesozoica, que duró desde hace 195 millones de años hasta hace 170 millones de años.

Troposfera: la parte inferior de la atmósfera terrestre, de 10-15 kilómetros de alto, en que la temperatura decrece a medida que aumenta la altura.

Turbulencia: cuando los torbellinos de aire se disponen en forma paralela y regular se producen zonas de corrientes encontradas o turbulencias. Son peligrosas para la aviación.

Vacuola: pequeñas cavidades en el interior del protoplasma donde se acumula agua, la cual es expulsada por medio de una contracción (vacuola contractil) o donde son digeridos las partículas de alimentos (vacuola digestiva).

Vasculares: que tiene vasos y venas por donde circulan los líquidos.

Virus: agente parásito, productor de enfermedades en una planta o animal, incapaz de multiplicarse fuera del huésped; visible sólo bajo el microscopio electrónico y lo suficiente pequeño para pasar a través de los filtros que retienen las bacterias. Algunos virus pueden ser cristalizados sin perder su facultad de infectar los organismos huéspedes y reproducirse en ellos.

Viviparo: que nace vivo.

Voltmetro: instrumento para medir las diferencias de potencial calibrado en voltios.

Voltio: unidad práctica de fuerza electromotriz.

Xenón: uno de los gases raros presentes en la atmósfera al 1/170.000. Su símbolo es Xe.

