



MANUAL DE GEOLOGIA Y GEOGRAFIA FISICA

Por: MSc. Ing. Freddy Fernandez Camacho



TOMO I

1 DE MAYO DE 2019

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y NATURALES - UTO
DEPARTAMENTO INGENIERIA AGRICOLA RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE
COINFERDEZ SRL.

COINFERDEZ. Consultora Internacional de Fundación en las Ciencias Geológicas y Geográficas del estudio de la Tierra, que vivimos hoy en un mundo interconectado, complejo y que refleja lo que somos y lo que hemos hecho con nuestra gran casa: la Tierra. Sólo recordemos que ahora es posible darle la vuelta completa al mundo en menos de un día, mientras que hace sólo 100 años se requerían semanas para atravesar por barco el Océano Atlántico y llegar a cualquier puerto de Europa.

Esta interconexión ha transformado la faz de la Tierra la cual; para muchos, se ha reducido a un tamaño considerable. Sin embargo, por desgracia esto no ha sido así para las grandes mayorías. El empequeñecimiento de nuestro planeta no ha surtido el efecto deseado para disminuir la pobreza, la marginación, las desigualdades, la degradación ambiental, las guerras y el odio. En la actualidad hay más pobres que antes, más marginados, desnutridos y obesos; el planeta en su conjunto experimenta agudos y crecientes problemas de degradación ambiental. Crecen el descontento, la migración forzada y la desigualdad, fenómenos que estudia la geografía preguntándose ¿cómo ha podido ser que la Tierra se haga más pequeña para unos mientras se ensanchan las desigualdades? ¿En dónde ha crecido la economía y por qué? ¿En dónde se explota el petróleo y quiénes son los principales consumidores?, ¿en dónde estamos hoy y hacia dónde vamos? La geografía nos ayuda a contestarnos éstas y otras preguntas que nos hacemos o que nos deberíamos hacer. Este curso te invita a que tomes un mapa y resuelvas muchas más preguntas.

Citación Correcta: Fernández. C. F. 1°. Edición. 2019. Perspective física in Geology and Geografic. Manual Geología y Geografía Física Talleres: COINFERDEZ. <http://ferdez.wixsite.com/camferdez> Bolivia city.

ISBN 104-6797-20-2019

INDICE

TEMA 1. NOCIONES GENERALES DE LA GEOLOGIA	Pág.
1.1 Adquisición de nuevos conocimientos a partir de la observación.	6
1.2 El método científico.	7
1.3 Características de la observación.	7
1.4 Clasificación de las Ciencias.	9
1.5 La Geofísica como Ciencia.	10
1.6 La Ingeniería Geofísica.	13
Cuestionario de evaluación.	
 TEMA 2 LA FORMACION DE LA TIERRA	
2.1. Evolución del Universo.	14
2.2. Estrellas y Galaxias.	15
2.3. Características físicas del sistema solar.	18
2.4. Estructura del sol.	20
2.5. Influencia del sol en la tierra	21
2.6. Edad de la Tierra	22
2.7. Influencia del Sol y de la Luna en la Tierra	23
2.8 Origen de la luna	25
2.9 Influencia de la luna en la tierra	26
2.10 Forma de la Tierra	28
2.11 Movimientos de la Tierra	29
Cuestionario de evaluación.	
 TEMA 3. LITOSFERA - BIOSFERA	
3.1. Litosfera	35
3.1.1 Estructura interna de la Tierra	35
3.1.2 Proceso internos que crean el relieve continental y submarino	39
3.1.3 Procesos externos que modifican el relieve terrestre	41
3.2. Sismología.	46
3.3 Hidrosfera	50
3.3.1 Aguas oceánicas	51
3.3.2 Aguas continentales	55
3.4 Atmósfera	57
3.4.1 Estructura de la atmósfera	57
3.4.2 Tiempo atmosférico	59
3.5 Biosfera	61
3.5.1 Relación clima-suelo-vegetación	63
3.5.2 Principales tipos de praderas en zona Andina de Bolivia.	63
3.5.3 Regiones biogeográficas.	64

TEMA 4. METODOS HISTORIA A LA GEOGRAFIA

4.1	Importancia de la geografía	66
4.2	La geografía como ciencia integradora	67
4.3	Representaciones terrestres	70
4.3.1	Elementos gráficos del mapa	70
4.4	Tipos de mapas	75
4.5	El paisaje: Concepto integrador	80

TEMA 5. GEOGRAFIA FISICA DE LA TIERRA EN GENERAL

5.1.	Paisaje físico o natural	81
5.2.	Geografía física humana	82
5.3.	Metodologías.	83
5.4.	Principios metodológicos fenómenos que los identifican	84

TEMA 6. GEOGRAFIA HUMANA DE LA TIERRA

6.1	Geografía de la Población	85
6.2	Población	86
6.2.1	Indicadores de la población	86
6.2.2	Distribución de la población	87
6.2.3	Características socioculturales de la población	88
6.2.4	Problemática de la población	90

TEMA 7. GEOGRAFIA ECONOMICA DE LA TIERRA Y BOLIVIA

7.1	Actividades económicas	92
7.2	Clasificación de las actividades económicas	92
7.2.1	Indicadores de desarrollo económico	93
7.2.2	Organización económica mundial	94
7.3	Bloqueos económicos	97
	Cuestionario de evaluación.	

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	98
--------------------------------	----

PREFACIO.

El Manual que tienes en tus manos te servirá como material didáctico auxiliar para el curso de geografía. Fue elaborado teniendo en cuenta el nuevo programa para la formación universitaria que se estableció y que ahora se aplica para nuestro medio. En términos generales, hemos hecho aportaciones grandes, especialmente para ofrecerte información y ejemplos sobre las características de los paisajes naturales y sociales de las regiones del país. Esta adaptación la hemos realizado porque tenemos la obligación de conocer a profundidad las riquezas, el potencial en cuanto al uso de sus recursos naturales y culturales, así como los problemas demográficos, económicos y en relación con la degradación ambiental de nuestro país. Sólo entendiendo lo que nos ofrece el lugar en donde vivimos podremos realizar comparaciones con otros lugares, municipios y provincias, e inclusive, entender nuestras diferencias y semejanzas con quienes viven en otros países de América Latina y los continentes que forman el planeta Tierra. La geografía, una ciencia que integra información tan diversa y compleja sobre la naturaleza y la vida, la historia y el desarrollo del hombre en la naturaleza, nos permite precisamente explicar estas relaciones en el espacio geográfico. Así, la geografía, en sus dimensiones física y humana te permitirá reconocer las características del lugar en donde habitamos y las de otros, utilizando su instrumento privilegiado: Un mapa.

El estudio del espacio geográfico, que la humanidad ha construido a lo largo de cientos de miles de años modificándolo y aprovechando lo que éste nos ofrece, ha tomado una indudable importancia en la actualidad y así lo será en el futuro próximo. Su carácter estratégico reside en el hecho mismo de que nuestro planeta se nos ha vuelto más pequeño, si reconocemos que hoy la información fluye a una velocidad tan rápida que es casi instantánea, como una fotografía. El Internet, los teléfonos celulares y la computadora son instrumentos que nos permiten conocer, en cuestión de minutos y en no más de unas cuantas horas, que está sucediendo en otras partes de nuestro planeta. En esta época, por ejemplo, podemos enviar imágenes, texto y sonido a nuestros amigos y familiares en un santiamén, sin importar en dónde se encuentren. Las imágenes de satélite nos ayudan también a obtener información más precisa respecto a las condiciones atmosféricas que prevalecerán en nuestras localidades: hoy podemos saber con mayor certeza si va a llover el día de mañana o durante las próximas dos semanas. Con estos datos podemos prevenir desastres causados por ciclones, inundaciones o sequías. Los satélites toman fotografías desde cientos e inclusive miles de kilómetros de altura para ofrecernos información sobre lo que nos sucede: la pérdida del deshielo en los polos, la desertificación de los suelos y la aparición de incendios en nuestros bosques, pastizales o parcelas de cultivo.

Para ayudarte a contestar las dudas que surjan a lo largo de este curso, el libro está dividido en siete Unidades distribuidos en Temas los cuales en I, II, III está dedicada a conducirte para descubrir qué es la geología y a su vez la geografía, cuál es su objeto de estudio, cómo organiza la información que requiere para explicar sus resultados, cuál es la información básica que explica el lugar en donde vivimos y cuáles son los instrumentos que utiliza para informarte sobre sus descubrimientos. Esta unidad te ayuda a entender cómo se estudia la Tierra y sus muy diversas regiones y lugares.

En el Tema IV explora las características biofísicas de las regiones donde vivimos; esto es, la dimensión natural del lugar que pisamos y del cual aprovechamos sus riquezas, pero que también sobreexplotamos. Esta unidad te revela los problemas que estamos ocasionando al medio ambiente debido a la industrialización y el despilfarro de lo que la naturaleza nos ofrece.

Además, te ayuda a entender las modificaciones que le hemos hecho al planeta y las consecuencias que hoy sufrimos.

En los Temas V, VI y VII se abordan algunos de los elementos más importantes para entender cómo vivimos actualmente, cuántos somos y de qué manera estamos distribuidos en todos los confines del planeta. También se presenta información sobre las características económicas de los países y se reconoce la distribución desigual de la riqueza en lo que hoy se denomina el nuevo orden mundial. Finalmente, hacemos una revisión de la

geografía política mundial que hoy se encuentra organizada bajo el llamado proceso de globalización económico-política, orientada al ensanchamiento del mercado de bienes y servicios. Este panorama nos permitirá entender el porqué de las desigualdades entre países y sectores de la población mundial, por qué existen países ricos y países pobres y qué papel juegan las grandes empresas trasnacionales en la globalización. Revisamos algunos de los conflictos que hoy se presentan en diversas partes del mundo por diferencias territoriales, étnicas y por el acceso a recursos naturales como el agua y el petróleo, para finalmente llamarte la atención sobre los efectos ambientales que hoy se agudizan a lo ancho y largo del planeta debido a la contaminación y mal uso de nuestros recursos naturales. Esta información se te ofrece con el fin de que puedas valorar con detenimiento el futuro cercano y las posibles soluciones que deberemos tomar para vivir en un mundo más sano y justo, reordenando nuestros paisajes naturales y humanos.

En los capítulos al final se abordan diferentes temas de manera concisa, para que puedas explorar más sobre éstos, mediante el desarrollo de las actividades que, de manera individual o en grupo, tu docente te asignará y evaluará tus resultados. Encontrarás en estas unidades, en un glosario, la explicación de términos o conceptos que son utilizados con el objeto de que obtengas una comprensión más detallada sobre los temas que se abordan en el Manual.

Finalmente, se ha insertado un número importante de gráficos y recuadros con ejemplos precisos sobre los temas abordados, con la finalidad de que aprendas más y de manera sencilla. Si esto se logra, nosotros tus formadores académicos, habremos conseguido nuestro objetivo principal, que es ayudarte a aprender a mirar y a valorar al planeta en donde vivimos, esto es, que reconozcas la importancia de la geografía como ciencia integradora.

El Autor.

TEMA 1. NOCIONES GENERALES DE LA GEOLOGIA

1.1 Adquisición de nuevos conocimientos a partir de las observaciones

Somos habitantes naturales de un cuerpo en el espacio que llamamos Tierra. Estamos tan acostumbrados a sus manifestaciones y características, que pasamos desapercibidos muchos fenómenos que son –fuentes constantes de aprendizaje.

Revisemos la forma en que el hombre desde niño, va adquirido progresivamente nuevos conocimientos.

El hombre se desenvuelve en un medio que esta. Influenciado por un sin número de fenómenos y situaciones, que en términos generales afecta a todos en la misma proporción. Sin embargo, qué diferente forma de reaccionar se puede observar en diferentes personas.

Cabe preguntar, ¿Por qué las actitudes son diferentes ante un mismo acontecimiento?

Las actitudes de una persona, responden básicamente a dos factores: Preferencia y Conocimiento. Las actitudes pueden alcanzar diferentes grados: desde la total indiferencia hasta un máximo interés.

Podemos decir que el grado de atención se debe básicamente a la experiencia que se haya tenido con el acontecimiento.

Quién no se ha quemado con una flama, no podrá darle importancia a la cercanía con el fuego. Aquel que ha tenido una infección intestinal sabe que no debe comer alimentos contaminados. Alguien puede negarse a comer ostiones porque le desagrada su sabor, o porque le recuerda algo molesto.

Es necesario advertir que no todas las experiencias van a producir los mismos efectos, algunos serán positivos y otros negativos, dependiendo de las circunstancias.

Las reacciones a cualquier experiencia, pueden ser conscientes o inconscientes, objetivas o subjetivas, instintivas o meditadas. Según actúen estos mecanismos mentales, la actividad responderá a una preferencia o conocimiento.

Le gusta (sentimiento), mientras que otra investiga si no hay una fuga_ para prevenir alguna explosión (método análisis). Toda experiencia que se analiza con método, conduce a adquirir un nuevo conocimiento.

La vida diaria nos ofrece múltiples experiencias, que si se analizan adecuadamente proporcionará un caudal inagotable de nuevos conocimientos.

El proceso de adquisición de nuevos conocimientos lo denominamos aprendizaje pero ¿como?, ¿cuándo?, ¿Qué? Indudablemente que siempre estamos en posibilidades de aprender, será necesaria una motivación y por supuesto, un sistema ó procedimiento.

En los sistemas modernos de enseñanza-aprendizaje, el alumno es la parte importante, porque es quién va a aprender, en función de la actitud y grado de interés que ponga, el maestro sólo será el guía un ordenador de los caminos de análisis que deben seguirse, y con su mayor experiencia, un

auxiliar para calificar la importancia que puede tener cada nuevo conocimiento, en el cumplimiento de un objetivo.

En el estudio de los fenómenos naturales, las experiencias deben ser analizadas siguiendo una DISCIPLINA, que cuando presentan comportamientos rigurosos y comunes, pueden dar origen a conocimientos que constituyen una ciencia.

1.2 Método científico.

El conocimiento científico es una reflexión crítica y metódica sobre los hechos para explicar sus causas. La disciplina de análisis que usualmente se utiliza en el estudio de las ciencias, se conoce como METODO CIENTIFICO".

El método científico no es un procedimiento exacto, sino una actitud y filosofía que conduce a una creación de un nuevo conocimiento.

La ciencia requiere años de entrenamiento y aplicaciones, antes de que pueda obtenerse una contribución de significado.

*fenómeno= Toda apariencia de manifestación de algo, sea del orden material, o espiritual.

Sin embargo~ el método científico puede ser aplicado. Ante cualquier experiencia., ya sea para adquirir conocimientos de orden práctico utilizables en la vida diaria, o para adquirir conocimientos ya descubierto por otros, en una forma más clara y rápida.

El método científico consiste básicamente de dos etapas: observación y explicación.

Probablemente la etapa que requiere más entretenimiento y que se pasa más desapercibida es la "Observación".

No es lo mismo mirar que observar.

La observación es un muestreo sistemático y selectivo de datos, sobre alguna situación objeto o fenómeno.

Los datos o muestras deben ser tan precisas como sea posible, y libres de cualquier interferencia o variables externas.

Deben considerarse y evaluarse las magnitudes y posibilidades de error.

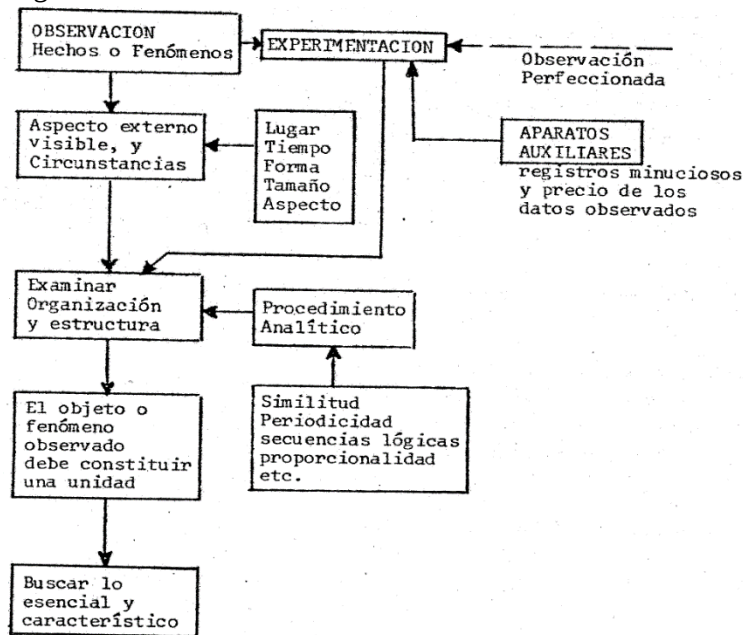
Muestra	Precisa
	Libre de interferencias
	Magnitudes evaluadas
	Posibilidades de error evaluadas

1.3 Características de la observación.

En la observación de fenómenos naturales, algunos aspectos pueden no ser visibles, siendo necesario utilizar instrumentos que los pongan en evidencia.

Los profesionales del tema de las Ciencias de la Tierra, apoyan gran parte de sus actividades en observaciones que se realizan en el campo o en el laboratorio, etc. Que frecuentemente la desarrollan en forma intuitiva, que será tanto más completa cuanto más grande sea su experiencia.

En la etapa de observación deben seguirse varios pasos, que de acuerdo a las circunstancias, pueden ser amplias o restringidas.



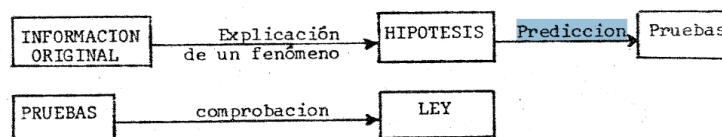
Al analizar las muestras obtenidas en la etapa de observación, se pueden encontrar algunas similitudes entre ellas, periodicidad en su ocurrencia, secuencias lógicas, proporcionalidad entre ellas, etc.

El ordenamiento de las características predominantes de las muestras, permite una explicación preliminar del fenómeno que se analiza, estableciéndose una "Hipótesis".

Las hipótesis deben ser probadas por predicciones que posteriormente son observadas. A medida que se va completando la hipótesis y se cumplen las predicciones, se va fortaleciendo la TEORIA.

Cuando la hipótesis es comprobada ampliamente, se establece una LEY, la cual puede aplicarse dentro de ciertos límites y condiciones.

Si la ley se cumple invariablemente, entonces se establece una LEY UNIVERSAL Predicción



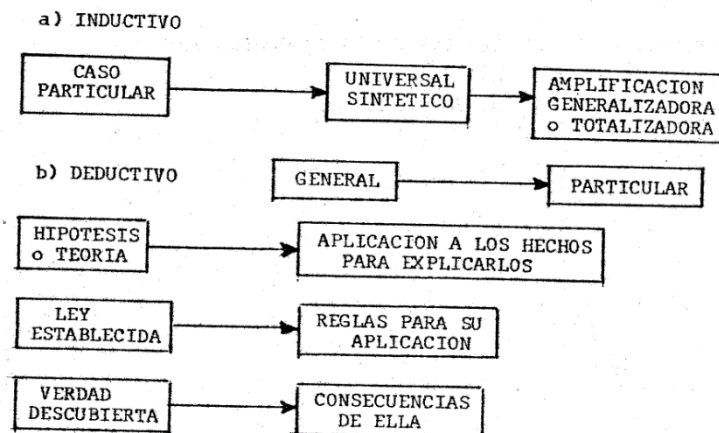
El paso del muestreo al establecimiento de una teoría o Hipótesis, no siempre es evidente y fácil, necesita cumplir ciertos requisitos y un proceso lógico de investigación.

Las ideas científicas deben ser lógicas.

Las teorías no deben ser innecesariamente complejas.

El ingeniero, apoyado en los conceptos científicos, debe buscar la forma práctica de utilizar el conocimiento y propiedades de los fenómenos.

Los procesos lógicos pueden ser de dos tipos: Inductivos y Deductivos:



Cuando se dispone de un conjunto de conocimientos y de Leyes, que tienen un contenido u objetivo común se establece una CIENCIA.

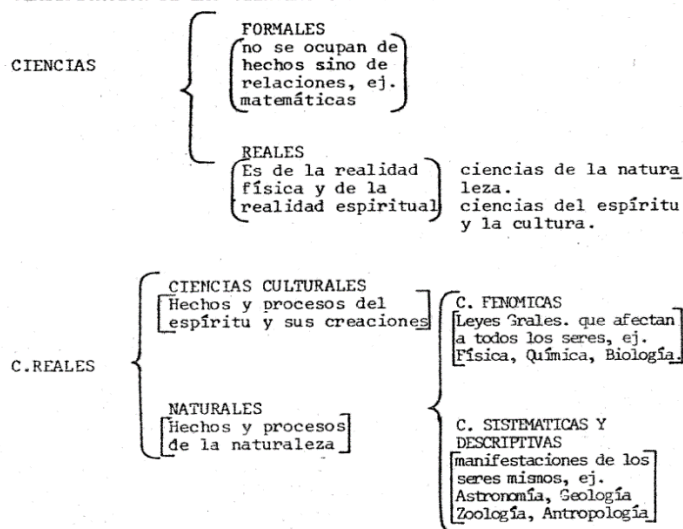
Aristóteles: Define "Ciencia es el conocimiento de las cosas por sus causas".

El hombre está íntimamente ligado a la Tierra y bajo, la influencia de los fenómenos asociados, a ella,. De manera que el conocimiento de su estructura, como de sus propiedades y fenómenos, ha sido uno de los objetivos del hombre desde el principio de su existencia.

1.4 Clasificación de Ciencias.

En el estudio de la tierra intervienen conocimientos que corresponden a diferentes ciencias.

CLASIFICACION DE LAS CIENCIAS (Wundt Filósofo alemán)

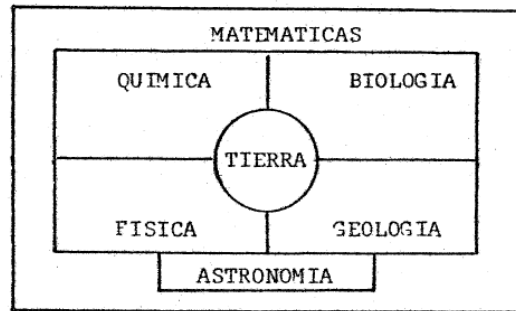


El Orden, el sistema y el método que engendran las ciencias, son medios para interpretar la realidad.

La importancia de las ciencias de la naturaleza, se manifiesta en sus aportaciones al progreso de la especie humana, en su contribución al acrecentamiento de su bienestar.

Debido a la complejidad de algunos fenómenos propios de la Tierra, en muchos casos es necesario considerar simultáneamente conceptos que corresponden a varias ciencias básicas.

Fundamentalmente son cuatro las ciencias que sirven de soporte al estudio de la Tierra.



QUÍMICA.- Ciencia que estudia las propiedades de la materia.

FÍSICA.- Ciencia que estudia las fuerzas que actúan sobre la materia.

BIOLOGÍA.- Ciencia que estudia la materia como se presenta en los organismos vivos.

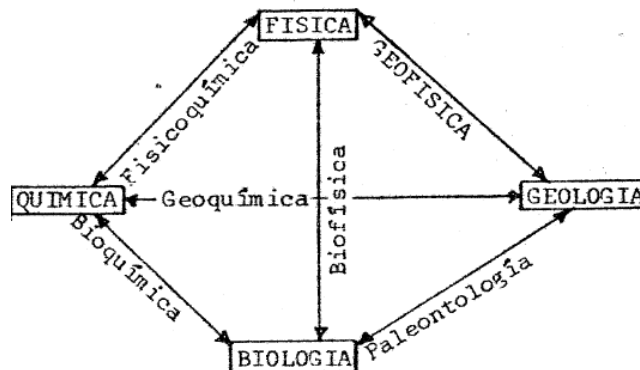
GEOLOGÍA.- Ciencia que estudia la materia como se presenta en la Tierra.

Pero la Tierra no es un cuerpo aislado en el Universo, así que para tener un completo conocimiento de ella, es necesario relacionarla con otros cuerpos celestes, así como cuantificar los fenómenos que tienen lugar, por lo que se hace uso de conceptos de otras ciencias.

ASTRONOMÍA.- Ciencia que estudia el universo, incluyendo la Tierra.

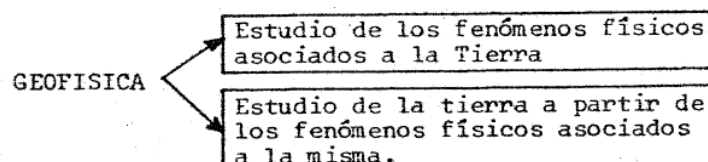
MATEMÁTICAS.- Ciencia de las formas y los números que permite cuantificar y representar los fenómenos estudiados por otras ciencias.

En el estudio de la Tierra, se han establecido ciencias interdisciplinarias que resultan del uso combinado de conceptos de las cuatro ciencias básicas que se denominan Ciencias de la Tierra.



1.5 La Geofísica como ciencia.

La ciencia GEOFÍSICA reúne principalmente conceptos de Física y Geología.



Estas dos definiciones aparentemente contradictorias, tienen el mismo objetivo siendo en realidad dos etapas del método científico en el estudio de la Tierra.

La ciencia Geofísica agrupa diversas especialidades, que por su importancia se estudian por separado y no obstante que sus objetivos particulares son diferentes entre sí, el objetivo final es el mismo y se denominan con el nombre de ciencias geofísicas.

La explicación de los fenómenos físicos asociados a la Tierra no se circunscribe al medio que rodea al hombre, sino que se ha podido comprobar que sus influencias se manifiestan en el interior, en la superficie y en el exterior de la Tierra.

Aunque el comportamiento de los fenómenos físicos es similar con cualquier parte que lo analicemos, la forma de observar es diferentes. Debido principalmente al diferente acceso que puede tenerse a las fuentes o los medios en que se manifiesta.

De acuerdo con la Unión Geofísica Americana, una de las organizaciones académicas más importantes, las ciencias geofísicas reconocidas son diez, distribuidas en dos ramas principales, una que se ocupa de los fenómenos físicos cuya manifestación y origen se localizan en la superficie y exterior de la Tierra, y el otro grupo o rama comprende las especialidades cuyo origen y propiedades físicas se localizan en el interior o parte sólida de la Tierra.

RAMAS DE LA GEOFISICA

<u>Superficie y Exterior de la Tierra</u>	<u>Tierra sólida ó Interior de la Tierra</u>
Hidrología	Sismología
Oceanografía	Vulcanología
Meteorología	Geomagnetismo
Aeronomía	Geodesia
Ciencias planetarias	Tectonofísica

CIENCIAS GEOFISICAS

1.- De la Superficie y exterior de la Tierra.

HIDROLOGIA	Ciencia del agua, tanto superficial como subterránea.
OCEANOGRAPHIA.	Ciencia de los océanos
METEOROLOGIA	Ciencia de la atmósfera
AERONOMIA	Ciencia del exterior de la atmósfera
C. PLANETARIAS	Ciencia de los planetas semejantes a la Tierra.

II. Tierra sólida ó interior de la Tierra.

SISMOLOGIA	Ciencia de los terremotos y otras vibraciones del suelo.
VULCANOLOGIA	Ciencia de las erupciones y de los fenómenos que con ellas se relacionan.
GEODESIA	Ciencia de la forma de la Tierra y del campo gravitatorio
GEOMAGNETISMO	Ciencia de los fenómenos magnéticos y eléctricos de la Tierra.
TECTONOFISICA	Ciencia de la deformación de las rocas, tanto en las estructuras montañosas como en otros diastrofismos

Alguna de estas ciencias especializadas es tan importantes en diversas actividades del hombre que se han desarrollado casi en forma independiente, y en muchos casos los usuarios han olvidado las relaciones que guardan con el tronco original.

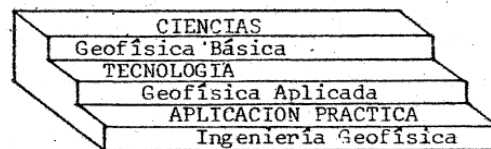
Esto es principalmente cierto en el grupo de ciencias geofísicas que estudian la superficie y el exterior de la tierra, debido a que las observaciones son más directas y el hombre guarda un contacto permanente con ellas.

El segundo grupo no menos importante, que estudia el interior de la Tierra, presenta serios obstáculos para realizar las observaciones necesarias, sin embargo, en lugar de desanimar a los científicos y a los técnicos, les ha agudizado el ingenio y obligado a superarlo sus limitaciones para alcanzar su objetivo.

El estudio del interior de la Tierra es un ejemplo clásico del empleo del método científico. Se ha mencionado que la explicación de un fenómeno no tiene exclusivamente objetivos académicos, sino que el esfuerzo humano está encaminado a encontrar "satisfactores de las necesidades de la humanidad.

1.6 Ingeniería Geofísica.

La Geofísica no se aparta de este principio, y en su evolución se manifiesta en tres categorías de acuerdo con sus objetivos:



La GEOFISICA BASICA deduce las propiedades físicas de la Tierra y constitución interna, a partir de los fenómenos físicos asociados a ella, tales como el campo geomagnético, el flujo de calor, la propagación de ondas sísmicas, la fuerza de la gravedad, etc.

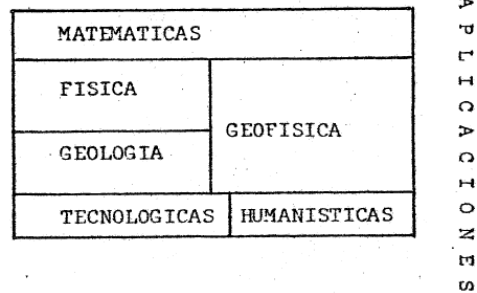
La GEOFISICA APLICADA, es la tecnología del uso de los principios básicos de la geofísica para buscar información sobre el interior de la Tierra, ya sea con fines prácticos o académicos.

LA INGENIERIA GEOFISICA, es el desarrollo de la tecnología de la geofísica aplicada, encaminada a conocer el subsuelo de la Tierra, con fines prácticos, comerciales e industriales, abarcando los estudios de diseño y fabricación de equipos, sistemas y técnicas de campo, de laboratorio e interpretación.

La parte de la ingeniería geofísica encargada de hacer las mediciones de los fenómenos físicos asociados a la Tierra, de manejarlos y prepararlos para la interpretación geológica, es lo que conocemos como PROSPECCION GEOFISICA.

Para el estudio adecuado de la ingeniería geofísica es necesario conocer diversas disciplinas que proporcionan los elementos técnicos para transformar los datos obtenidos en la observación de ciertos fenómenos físicos a nuevos conocimiento, útiles en el estudio localización y aprovechamiento de los recursos naturales de la Tierra.

Los conocimientos necesarios para el desarrollo y aplicación de la INGENIERIA GEOFISICÁ, incluyen conceptos de varias ciencias y tecnologías, tanto básicas como de Ingeniería.



LECTURAS RECOMENDABLES:

TEMAS:

EL METODO CIENTIFICO.

LA. LOGICA DE LAS CIENCIAS.

INTRODUCCION A LA FILOSOFIA.

HISTORIA DE LA. FILOSOFIA.

DESARROLLO DE LAS CIENCIAS.

TRABAJOS DE INVESTIGACION:

Investigar el significado de:

Preferencia.

Conocimiento.

Observación.

Muestreo.

Experimentación (Método).

Procesos de Análisis.

Procesos Lógicos,

Investigar los objetivos de: las ciencias:

QUIMICA

FISICA

BIOLOGIA

GEOLOGIA

MATEMATICAS

ASTRONOMIA

TEMA 2 LA FORMACION DE LA TIERRA Y EL UNIVERSO.

2.1 Evolución en el Universo.

Al estudiar la Tierra, la simple observación de los accidentes superficiales actuales no son suficientes, ya que estos sólo son transitorios y representan una simple etapa en la vida y evolución de la Tierra.

Las montañas, lagos, suelos, etc., en la forma en que los encontramos, no existían hace miles de años ni permanecerán en la misma forma en el futuro, aseveraciones que se pueden hacer en base a los cambios constantes que se observan en el presente y de la información obtenida por los estudios geológicos, de las capas de la corteza terrestre.

Para entender ciertos procesos evolutivos de la Tierra, y poder explicar la causa de algunos de los fenómenos asociados a ella, es necesario disponer de esquemas de su evolución a partir de su origen y con tendencia a predecir su futuro.

Desde el punto de vista físico, la materia en sus formas de masa y/o energía, aparece como indestructible, y cuando nos referimos a su origen, no nos referimos a la creación de los componentes de la materia, sino a sus características como cuerpo simple.

Es innegable que la Tierra ha existido durante un período de tiempo en estado sólido, conservando en términos generales su forma actual. Este período ha sido posible definirlo tomando en cuenta la proporción en que se encuentran los elementos sometidos a reintegración radiactiva.

Es posible suponer que en sus principios, la Tierra se encontraba en un ambiente que favoreciera la formación de elementos inestables, a partir de elementos radioactivos, completos, condiciones que sólo se han identificado en el centro de estrellas densas y calientes.

Como no es posible obtener información sobre el origen de la Tierra, a partir de su forma y estado actual, es necesario recurrir al estudio del Universo en donde se encuentran cuerpos en diferentes etapas de evolución, y de las partículas que penetran en nuestra atmósfera, así como de las radiaciones electromagnéticas que se reciben.

La mayor parte de las partículas que entran a la atmósfera se volatilizan, y los cuerpos que se han conservado y penetrado la atmósfera, han sufrido alteraciones por las elevadas temperaturas adquiridas por fricción, o que impide tener una idea completa de su composición original.

Estas partículas están constituidas por dos tipos de material predominante; silicatos básicos (pétreos) y hierro con algo de níquel (metal sin oxidar).

Además de los meteoros, una gran cantidad de polvo cósmico constantemente cae sobre la Tierra.

Mediante globos de sonda, cohetes y satélites, ha sido posible recoger residuos de polvo cósmico, que indican que el espacio no está realmente vacío, sino ocupado por nubes casi invisibles de material cósmico.

Se tiene suficiente información, para establecer que el polvo cósmico está constituido por hierro sólido, níquel, silicatos básicos, combinados con gases, principalmente hidrógeno y helio, constituyendo estos dos últimos, el 99% de la materia que constituye el Universo.

Al observar el Universo, se pueden distinguir diferentes tipos de agrupamientos de la materia cósmica, desde simples nebulosas hasta cuerpos densos y opacos, pasando por un estado luminoso que se denominan estrellas.

2.2 Estrellas y galaxias.

Las Estrellas están formadas por gases incandescentes, encontrándose una gran variedad de tamaños y temperatura, que dependen del material que las constituye, cuyos elementos se determinan por medio de la luz que emiten.

La luminosidad de las estrellas se debe a un estado de intensa emisividad radioactiva, que se va perdiendo con el tiempo hasta formar un cuerpo opaco.

Se han hecho observaciones, que indican que todos los objetos emiten radiaciones, los objetos fríos emiten luz de onda larga o rayos infrarrojos, mientras que los objetos calientes emiten luz de alta frecuencia o rayos ultravioleta.

Todos los cuerpos emiten ondas electromagnéticas siendo más intensas cuanto más alta es su temperatura; esas ondas pueden tener distinta frecuencia.

A medida que se eleva la temperatura de un cuerpo, su espectro presenta relativamente más y más energía en la región de las altas frecuencias.

Cuanto mayor es la frecuencia de un haz de ondas electromagnéticas tanto mayor es su energía; así, la luz roja posee menos energía que la azul.

La mayor estrella que se conoce es Épsilon Auriga, que tiene un tamaño de 27 x 109 veces el tamaño del Sol. El diámetro del Sol es de 1 390 000 Km.

Algunas de las estrellas se encuentran por parejas, girando ambas alrededor de un mismo centro de gravedad.

Se tienen muchas evidencias para suponer que la evolución de los cuerpos en el espacio del Universo, siguen un ciclo:

NEBULOSA-+ESTRELLA~ESTRELLA MUERTA~SUPERNOVA

Una supernova se considera una estrella en explosión, que se fragmenta para convertirse en polvo cósmico y reiniciar el ciclo.

Los quasares son objetos casi puntuales que emiten un espectro de ondas, extraordinariamente desplazado hacia el rojo.

Los quasares parecen estar formados por estrellas y gas. Ello hace suponer que se trata de núcleos de galaxias extraordinariamente activas.

Se estima la existencia de mil millones de nebulosas. Las estrellas no son cuerpos aislados sino que se encuentran agrupados en conjuntos de diferentes formas, que se llaman galaxias.

Una galaxia puede contener 10^{13} a 10^{14} estrellas, y ocupan espacios con diámetros hasta de 10^4 años luz (9.5×10^{16} KM).

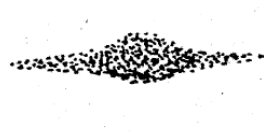
Todas las galaxias contienen, en mayor o menor medida, nubes de gas y de polvo interestelares, que pueden observarse como bandas oscuras que absorben la luz de las estrellas o como zonas luminosas difusas.

Las galaxias pueden dividirse en cuatro tipos principales:

Elípticas.- Normalmente las de mayor tamaño. Contienen muy poca materia interestelar, y sus estrellas más luminosas son de color rojo. Se supone que son las más viejas o que han evolucionado más rápidamente.



Lenticulares.- Tipo intermedio entre las elípticas y las espirales. Presentan una condensación central que se parece a una galaxia elíptica, rodeada por un disco que recuerda el de las espirales.



Espirales. Más de la mitad pertenecen a este tipo los detalles son muy variados, pero en todas puede reconocerse brazos luminosos que parten de la región central y se enroscan en torno a ella. Se clasifican por la mayor o menor abertura de sus brazos.



Irregulares.-

Contienen abundante materia interestelar y sus estrellas más brillantes son azules. Contienen estrellas y nubes de materia interestelar que no llegan a formar una estructura definitiva.



En el disco de las galaxias, las estrellas más próximas al centro giran más rápidamente que las de la periferia. El movimiento global resultante recibe el nombre de rotación diferencial.

Se supone que las galaxias se han condensado a partir de nubes de gas, de un modo análogo, aunque a una escala mucho mayor, a como ocurre con las estrellas.

Cuando la contracción llega a un punto determinado, la nube inicial comienza a fragmentarse en condensaciones más pequeñas; cuyas masas son análogas a las de los cúmulos globales.

Estas nubes secundarias son las que, al seguir contrayéndose y fragmentándose, a su vez, dan lugar a cúmulos de estrellas.

Los primeros en formarse tienen una distribución más esférica. La contracción de la nube de materia interestelar restante continúa, y ésta va "tomando una forma cada vez más aplanada. Ello se debe a la acción combinada de la gravedad y de la fuerza centrífuga.

Las galaxias están distribuidas isotrópicamente y en forma homogénea en cuanto a profundidad.

Desde Copérnico se sabe que la Tierra no ocupa ningún lugar privilegiado en el sistema solar, tampoco el Sol ocupa ninguna posición ventajosa dentro de la Vía Láctea.

La Hipótesis de que el Universo aparece como homogéneo e isótropo para cualquier observador, recibe el nombre de principio cosmológico, que es una hipótesis simplificada que ha permitido desarrollar diversos modelos matemáticos razonablemente sencillos para explicar la evolución del Universo.

COSMOLOGIA.- Conjunto de teorías que se proponen establecer una imagen coherente del Universo a partir de la descripción de sus características.

COSMOLOGIA:

Pre galáctico. Estudia el comienzo del universo (cosmología). La formación primordial de la materia y su posterior condensación en estrellas de la galaxia.

Post galáctica; Estudia la evolución del Universo como compuesto de galaxias.

La COSMOLOGIA en todas las épocas ha sido un campo de batalla en que se enfrentan ideologías contrapuestas.

Las teorías acerca de hechos que, por su lejanía en el tiempo y el espacio, escapan casi por completo a la verificación experimental, son presa fácil de los apriorismos ideológicos y de las modas o corrientes dominantes entre los científicos.

La estructura y la creación del Universo constituían una parte esencial de las religiones. El desarrollo de la ciencia influyó sobre las concepciones acerca de la estructura del Universo. Los pitagóricos se apoyaron en la figura geométrica más perfecta: el círculo y, por lo tanto la esfera, para explicar el Universo en el cual la Tierra era el centro: sistema de Ptolomeo. El sistema Ptolomeo fue reemplazado por el de Copérnico de tipo heliocéntrico. Merced a Galileo, Kepler y Newton se llegó a una cosmología que ya no estaba fundamentada en principios matemáticos o filosóficos. En su lugar existía una síntesis empírica, un resumen de todas las observaciones astronómicas hechas hasta entonces. Ello condujo al descubrimiento de nuevas Leyes fundamentales de la naturaleza y de la Física.

Cuando se llegó a la evidencia de que la mecánica newtoniana no era aplicable a los átomos, fue reemplazada en este dominio por la mecánica cuántica.

Las ecuaciones de Einstein hacían posibles ciertas soluciones, de las cuales resultaba que el Universo está en su expansión.

La teoría de la relatividad La teoría de la relatividad generalizada ha estado en manos de matemáticos y de cosmólogos que tenían muy escaso contacto con la realidad empírica.

Al deducir las consecuencias de un modelo puede verificarse si proporciona una descripción correcta del mundo o no.

Se han elaborado varios modelos matemáticos sobre la Teoría de la Expansión, sin embargo no se han podido verificar, y no concuerdan con muchas evidencias de que se dispone. Son muchas todavía las preguntas que hay que contestar, e hipótesis que verificar, mientras tanto se siguen acumulado conocimientos y avanzando en el conocimiento del Universo.

2.3 Características físicas de sistema solar.

El sistema solar se puede considerar como una estrella múltiple, siendo el Sol la estrella principal y los planetas sus acompañantes, que en la etapa presente han perdido casi totalmente su luminosidad.

El sistema solar se encuentra en la Galaxia de la llamada Vía Láctea, siendo el sol una de las estrellas de menor tamaño. Los planetas del sistema solar se dividen en dos grupos principales, de acuerdo a sus características.

Planetas menores o terrestres.- Son los más próximos al Sol, en un estado actual sólido, con atmosferas poco densas, y con una densidad elevada del orden de 5 y 5,5.

Planetas Mayores.- Son de tamaño mucho mayor que los terrestres, y mucho más alejados del Sol, con atmósferas muy densas, no siempre bien diferenciadas del planeta mismo, se encuentran en un estado actual casi, gaseoso y sus densidades son bajas, del orden de 1,5 y 2,5.

Entre los grupos de planetas menores y mayores, se encuentra una región llamada de los ASTEROIDES, formada por objetos rocosos y metálicos, ampliamente diseminados, se cree que son los restos de un planeta que no llegó a formarse, debido posiblemente a que una gran cantidad de material que fue arrastrado por un fuerte viento solar, en el momento de su formación.

Cuerpo	Distancia media al Sol En U.astronómicas	Radio medio en Km	Densidad específica.
Sol		695 000	1.42
Mercurio	0.38	2 490	5.1
Venus	0.72	6 200	5.3
Tierra	1.00	6 370	5.52
Marte	1.52	3 400	3.94
Asteroides	2.8		
Jupiter	5.2	71 300	1.33
Saturno	9.54	59 600	0.69
Urano	19.18	25 800	1.56
Neptuno	30.06	22 300	2.27
Plutón	30.44	3 900	?

Nota: 1 Unidad astronómica= 1496×10^8 Km=Distancia de la Tierra al Sol.

Características de los planetas						
Planetas	Distancia al Sol (millones de km)	Diámetro (km)	Temperatura (°C) día/noche	Periodo de traslación	Periodo de rotación	Composición de la atmósfera
Mercurio	58	4,878	327/-183	88 días	59 días	No tiene
Venus	108	12,104	482 sup.	224 días 117 horas	243 días*	Dióxido de carbono (96%) y nitrógeno (3.5%)
Tierra	150	12,756	15 promedio	365 días 6 horas	23 horas 56 minutos	Nitrógeno (78%), oxígeno (21%) y argón (0.9%)
Marte	228	6,794	-23/70	1 año 322 días	24 horas 37 minutos	Dióxido de carbono (95%), nitrógeno (2.7%) y argón (1.6%)
Júpiter	778	142,800	-150 sup.	11 años 314 días	9 horas 55 minutos en el Ecuador	Hidrógeno (90%) y helio (10%)
Saturno	1,427	120,000	-185 sup.	29 años 168 días	10 horas 39 minutos en el Ecuador	Hidrógeno (94%) y helio (6%)
Urano	2,870	51,800	-210 sup.	84 años 4 días	17 horas 14 minutos*	Hidrógeno (85%), helio (122%) y metano (3%)
Neptuno	4,500	49,500	-22 sup.	164 años 292 días	16 horas 6 minutos	Hidrógeno (85%), helio (13%) y metano (2%)
Plutón	5,900	2,400	-238 sup.	247 años 255 días	6 días 9 horas	Nitrógeno (78%) y metano (22%)

* Movimiento retrógrado, es decir, en sentido contrario al de la Tierra

Leyes que rigen los movimientos de los astros

A lo largo de muchos años de investigación y de paciente observación de los planetas, Newton y Kepler establecieron las leyes que rigen el movimiento de estos astros.

- Ley de la Gravitación Universal de Isaac Newton (1643-1727)

Esta ley explica por qué la fuerza de atracción del Sol sobre los planetas es mayor en el caso de Mercurio –que es el más cercano a nuestra estrella–, que en el de Plutón –el más lejano, y revela las causas de la fuerza que mantiene a los planetas en sus órbitas.

Otras aplicaciones de la Ley de la Gravitación Universal:

1. La atracción de la Luna y el Sol sobre los océanos provoca las mareas
2. La explicación de las variaciones en la gravedad entre el polo y el Ecuador debido a la forma de la Tierra
3. La masa, gravedad y densidad de los planetas y estrellas
4. Predicción del movimiento de los cometas

Leyes de Johannes Kepler (1571-1630) del movimiento de los planetas alrededor del Sol

1. Primera Ley de Kepler “Las trayectorias que describen los planetas son elipses, uno de cuyos focos ocupa el Sol”

Es decir, que las órbitas de los planetas son elípticas y no circulares; que el Sol no ocupa el centro de la elipse sino uno de los puntos interiores de ella (al cual se le llama foco), por lo tanto, un planeta al describir su órbita se aleja y acerca al Sol.

2. Segunda Ley de Kepler “El radio vector que une el centro del Sol con el centro de un planeta describe áreas iguales en tiempos iguales”

En su movimiento de traslación, los planetas recorren áreas iguales en tiempos iguales, por eso es que cuando un planeta está más cerca del Sol se desplaza más rápido que cuando está más lejos.

3. Tercera Ley de Kepler “Los cuadrados de los periodos de revolución sideral de los planetas son proporcionales a los cubos de los semiejes mayores de la elipse”

Mientras más alejado se encuentra un planeta del Sol, el tiempo que tarda en recorrer su órbita es más largo; por ejemplo, Plutón recorre su órbita en 247 años, mientras que Mercurio lo hace en 88 días y la Tierra lo hace en 365 días. En resumen, las leyes de Kepler nos ofrecen una descripción de cómo se mueven los planetas, mientras que la Ley de la Gravitación Universal de Newton explica por qué se mueven así.

2.4 Estructura del Sol.

Este astro tiene una estructura diferenciada en dos regiones, desde el centro hacia afuera: una estructura interna, compuesta por el núcleo, la zona de radiación y la zona de convección; y estructura externa formada por la fotosfera, la cromosfera y la corona (figura 1.1).

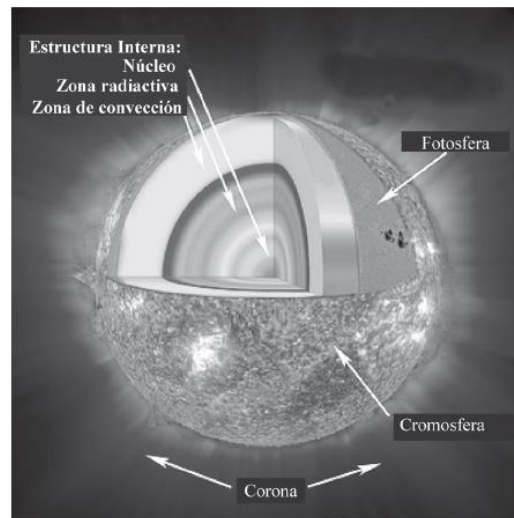


Figura 1.1
Estructura interna
del Sol.

La capa más interna es el núcleo; es aquí en donde se lleva a cabo la fusión nuclear y tiene una temperatura de 15 a 20 millones de °C.

La segunda capa interna es la zona de radiación. En esta capa se produce el choque de fotones de radiación X con iones y electrones.

La tercera capa es la zona de convección. Ésta presenta corrientes de ascenso y descenso de la materia incandescente.

Fotosfera. Es la capa superficial del Sol que emite luz y calor, con un espesor de aproximadamente 300 km; su temperatura varía desde el centro hacia fuera entre 8,500°C y 5,000°C. Esta capa emite radiación electromagnética de manera constante, está compuesta principalmente de hidrógeno ionizado y neutro. En ella se observan los **gránulos** y súper gránulos, así como las **fácúlas** y **manchas solares**.

La **cromosfera** es la atmósfera solar; su nombre se debe al color rojizo que proviene de una de las bandas de emisión en la parte visible del espectro como resultado de la concentración de hidrógeno Alfa. Predominan el hidrógeno, el helio y el calcio. De esta capa se elevan gases en forma de arco, de géiser o llamaradas, que reciben el nombre de protuberancias y alcanzan alturas de más de 200,000 km.

La **corona** es la parte más externa de la atmósfera solar; es tan brillante que sólo se puede observar durante los eclipses totales de Sol. Se encuentra en constante expansión, por lo cual es difícil marcar su límite; está formada por gases ionizados y electrones.

El Sol, además de producir luz y calor, también emite una corriente constante de partículas magnéticas (principalmente protones y electrones) llamada viento solar, que produce variadas consecuencias en la Tierra, desde sobrecargas en las redes eléctricas hasta interferencias de radio; cuando las partículas magnéticas penetran a la atmósfera terrestre, originan las auroras boreales.

El Sol, al igual que los demás astros, realiza un movimiento de rotación alrededor de su propio eje que dura 25 días en la zona ecuatorial y 33 días en las zonas polares. También realiza un movimiento de traslación alrededor del eje de la galaxia y tarda 240 millones de años en dar una vuelta.

2.5 Influencia del Sol en la Tierra.

El Sol proporciona energía lumínica y calórica, que hacen posible la vida en la Tierra. Sin embargo, también recibimos del Sol rayos ultravioletas y ondas electromagnéticas que causan alteraciones en nuestro planeta; la capa de ozono y la **magnetosfera** son dos escudos que protegen a la Tierra del viento solar. Esta energía liberada por el Sol influye en muchos procesos biológicos, físicos y humanos (figura 1.2).

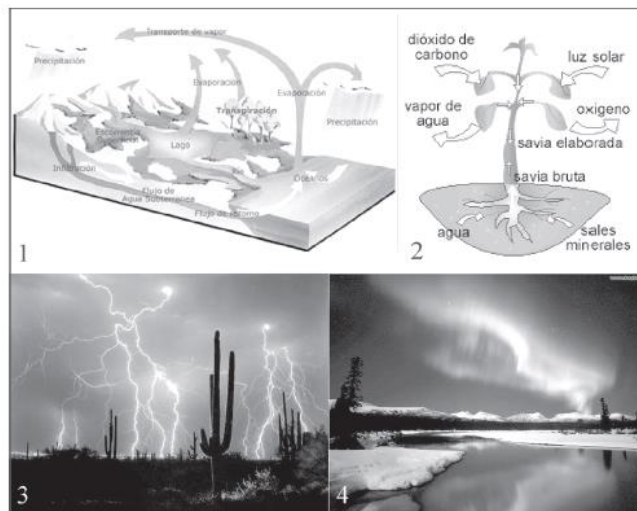


Figura 1.2
Influencia del Sol en
la Tierra:

Dentro de los *fenómenos físicos* podemos considerar el clima, las tormentas magnéticas, las auroras boreales y al *ciclo hidrológico*, que es indispensable para la vida; en éste se genera la evaporación del agua de los océanos que, al condensarse, produce la lluvia.

Entre los *fenómenos biológicos* en los que interviene el Sol están la **fotosíntesis**, el **ciclo circadiano**, la **fijación de calcio** y la **absorción de la vitamina D**. Las tormentas electromagnéticas que afectan las comunicaciones de radio y satelitales, alteran las brújulas y originan las auroras boreales; éstos son un ejemplo de los fenómenos humanos en los que interviene el Sol. En resumen, podemos decir que si la cantidad de radiación solar se alterara de alguna manera, causaría una gran catástrofe para la vida en nuestro planeta.

2.6 Edad de la Tierra.

La determinación de la edad de la Tierra fue posible gracias al descubrimiento de la radioactividad en 1896, y al conocimiento de que en la Tierra existe gran cantidad de elementos radioactivos.

Toda la substancia radioactiva decae con el tiempo, emitiendo rayos alfa, beta y gamma rayos alfa núcleos de átomos de helio rayos beta - electrones viajando a altas velocidades rayos gamma radiaciones de altas frecuencias similares a los rayos X y capaces de atravesar otros cuerpos.

Los rayos alfa, beta y gamma son portadores de energía, que al ser absorbidos se transforman en calor. Generando altas temperaturas.

La emisión de rayos alfa, beta y gama ocurre cuando los elementos radioactivos se transforman espontáneamente en otros elementos. La transformación de los elementos ocurre en los núcleos atómicos y depende de las propiedades particulares del núcleo y del isótopo radioactiva. del elemento.

Los isótopos de un elemento son aquellos elementos que tienen propiedades químicas casi idénticas y ocupan el mismo lugar en la tabla de elementos químicos, pero que difieren en sus masas.

El número atómico de un elemento indica el número de protones en el núcleo. Neutrones + protones = masa del decaimiento radioactiva de un isótopo se realiza a una velocidad que le es característica, y se expresa en términos de la "vida media. VIDA MEDIA es el tiempo requerido para que la mitad de la masa de material radioactiva decaiga en su isótopo o desaparezca



Las rocas más antiguas que se han encontrado en la Tierra tienen una edad de 3.400 millones de años pero corresponde al tiempo en que se solidificaron, por lo que debe agregarse el tiempo correspondiente a su estado líquido y gaseoso previo.

Del análisis de la abundancia de varios isótopos de plomo que se han encontrado en la Tierra y, en los meteoritos capturados, se ha determinado que la Tierra pasó de ser un elemento simple a su forma actual, en un lapso de 4 600 millones de años, a partir del momento en que el conjunto de gases y polvo cósmico estaba diferenciado del resto del Sistema Solar.

Por medio de análisis similares, se le ha asignado al Sistema Solar una edad de 13.000 millones de años.

2.7 Influencia del Sol y de la Luna en la Tierra.

Algunos de los planetas tienen satélites que giran alrededor de ellos, siendo la LUNA uno de los de mayor tamaño. Con un radio de 1 740 Km y una densidad específica de 3.36.

Las similitudes que existen entre todos los planetas del sistema solar, así: como la composición del Sol y los planetas, sugieren un mismo. Origen. Las principales características de los planetas del sistema solar son las siguientes:

- 1.- Orbits de los planetas casi coplanares con el plano de la eclíptica.
- 2.- Orbits de los planetas casi en el plano de la rotación del Sol.
- 3.- Orbits de lotes casi circulares
- 4.- La dirección de la revolución de todos los planetas en sus órbitas, son las mismas y corresponden con la rotación solar.
- 5.- La dirección de rotación de un planeta es en el mismo sentido que su revolución.
- 6.- La distancia de los planetas con respecto al Sol, siguen la ley de Bode:

$$a_n = c + 2^n$$

En donde:

a_n = Eje semi mayor de la órbita del planeta en posición n

$c \sim$ Constante

7. Cada sistema de satélites, tiene comportamiento similar al sistema solar.
- 8.- los planetas contienen mayor momento angular que el Sol.

El 99% de la masa del sistema solar la tiene el Sol.

Para explicar el origen del sistema solar se han propuesto varias teorías, entre las más importantes se encuentran:

Teorías de la fragmentación.- Buffon (1674) Jeans y Chamberlain.

Hipótesis de la condensación.-Laplace(1796 -Kant{1755).

En el transcurso del tiempo han sufrido tantas modificaciones, que la forma en que se conocen actualmente es muy diferente.

Kant. "Las partes del sistema solar son el resultado de una condensación de una nube giratoria difusa de polvo y gas".

La place "Él sol en su origen, fue un disco, giratorio de mayor radio que la distancia del sol al planeta más alejado. El disco se fue contrayendo y la energía así obtenida fue la causa, que toda la masa gire a mayor velocidad. A medida que se contraía el gas, la velocidad de la arista exterior resultó periódicamente tan elevada que quedó atrás un anillo de material. Estos anillos se reunieron más tarde para formar los planetas. Los satélites se formaron de la misma forma a medida que se iban condensando los planetas".

Buffon

"Los planetas se formaron por rotura o fragmentación del sol al chocar con otra estrella."

Jeans y Chamberlain "Una segunda estrella que pasara a muy poca distancia del sol podría haber dado lugar a la formación de mareas muy pronunciadas por efecto gravitacional, parte de la materia sería arrastrada por la segunda estrella, y el material que sería atraído por el sol podría quedar disperso girando alrededor del sol, la que posteriormente sufriría enfriamiento formando los planetas, satélites, asteroides y cometas.

Todas esas teorías presentan problemas para ser aceptadas, ya que no concuerdan con algunas de las características conocidas y que se mencionaron anteriormente. La versión moderna del origen del sistema solar incluye conceptos de la Teoría de Laplace adicionados de conceptos sobre agregación de la materia.

Establece que el proceso se inició con una nube de polvo cósmico que fue reunida por el 'efecto de una elevada energía rotacional y animada.

La reunión del polvo cósmico en una sola nube se debió a los efectos gravitacionales y a la energía de compresión de la luz de las estrellas cercanas.



Las partículas de la nube inicialmente eran frías, Por efecto de la compactación gravitacional y la fricción producida por las colisiones~ disiparon una cantidad enorme de calor.

Cuando se alcanzaron elevadas presiones y temperaturas, se proporcionaron reacciones nucleares en el centro del So1, originándose una transmutación de hidrógeno en helio y transformación de masa en energía. Las perturbaciones gravitacionales y colisiones entre los materiales produjeron concentraciones de cuerpos girado y revolucionando en un plano elíptico.

Fragmentos de sílice, redondeados, del tamaño de un chícharo, llamados "condrulos" que se han observado en meteoritos pétreos, fueron probablemente los mayores constituyentes del sistema solar inicial.

El intenso calor concentrado en el sol en formación, saciado a una fuerte emisión y flujo de partículas, radió hacia el exterior elementos volátiles; que hicieron que una gran fracción de la nube original se evaporara de los plantas más cercanos siendo difundidos al espacio interestelar.

Esto puede 'explicar porque los planetas interiores son de mayor densidad que los gigantes lejanos.

Los planetas fueron originados también por acción de fragmentos condrolares, siendo calentados por compactación gravitacional y fricción de las colisiones. Grandes presiones interiores aunadas a elevadas temperaturas; fundieron el material.

Los materiales pesados se hundieron y los ligeros flotaron hacia la superficie. Cuando la Tierra se solidifico su núcleo permaneció en estado fundido.

La primera atmósfera de la Tierra formada por gases desapareció.

La atmósfera actual fue formada primero por acción de gases después que se desarrolló la vida, producto de la exhalación de oxígeno de las plantas.

El Sol es la estrella más grande porque contiene aproximadamente 98% de la masa total del Sistema Solar; también es el más importante porque es nuestra fuente esencial de energía que se manifiesta principalmente en forma de luz y calor.

Ejerce una fuerte atracción gravitatoria sobre los planetas y los hace girar a su alrededor a diferentes velocidades dependiendo de la distancia a la que se ubican de él.

Como es el objeto más grande se requerirían 109 planetas Tierra para completar el disco solar, y su interior podría contener más de 1.3 millones de planetas Tierra (tabla siguiente).

Diámetro	Radio: 696 mil km
Superficie	$6.09 \times 10^{12} \text{ km}^2$
Volumen	$1408 \times 10^{15} \text{ km}^3$
Masa	$199 \times 10^{27} \text{ ton}$
Densidad	1.41 g/cm^3
Temperatura superficial	Entre 6,000 y 6,500°C
Temperatura interna	Alrededor de 15 millones de°C

2.8 Origen de la luna.

Las hipótesis que se han establecido suponen que alguna vez formó parte de la Tierra.

Una teoría establece que la masa de la luna fue separada por atracción de otro cuerpo. Hay varias razones que se oponen a ella.

Otras teorías suponen que es un cuerpo planetario que fue capturado por la Tierra, ubicándolo en una órbita retrógrada a 16 000 Km, muy elíptica. La luna se fue alejando al cesar la atracción inicial hasta colocarse en una órbita casi circular.

Actualmente sufre un alejamiento de 3.2 cm por año. Otra teoría sugiere una acreción de partículas orbitado a la Tierra.

La determinación de la edad de las rocas traídas de la Luna, establecen una antigüedad de 4 600 millones de años, lo que sugiere un origen contemporáneo al de la Tierra.

La diferencia en edad puede deberse a que la Luna perdió más rápidamente su atmósfera, si es que la tuvo, acelerándose su decaimiento radioactiva, que posiblemente se haya retrasado en la Tierra por la presencia de humedad en la –atmósfera terrestre.

La Luna

La Luna es el único satélite de la Tierra; su distancia a nuestro planeta es de 385,000 km aproximadamente. No tiene atmósfera y, por lo tanto, su temperatura es extrema en el día, con una máxima de 130°C y en la noche baja hasta -150°C. Carece de luz propia, ya que sólo refleja la luz del Sol; su superficie es muy accidentada y pedregosa con cráteres muy profundos, debido a la actividad volcánica y a los numerosos impactos de meteoritos; además está cubierta por una densa capa de polvo (tabla siguiente).

Diámetro	3,476 km
Volumen	50 veces más pequeño que la Tierra
Masa	1/81 de la Tierra
Distancia media a la Tierra	380,400 km
Gravedad	6 veces menor que la Tierra
Tiempo de rotación	28 días
Tiempo de traslación	29 días, 12 h

2.9 Influencia de la Luna en la Tierra.

La Luna, al igual que la Tierra, realiza movimientos de traslación y rotación en su eje alrededor de la Tierra. Debido a que estos movimientos duran el mismo tiempo (se le llama movimiento isócrono), la Luna siempre presenta la misma cara o hemisferio a la Tierra. Las fases lunares, las mareas y los eclipses son la consecuencia de los movimientos de rotación y traslación de la Luna.

• Fases lunares

Durante su movimiento de traslación, la Luna, presenta cuatro fases dependiendo del grado de iluminación (figura 1.3):

- Luna Nueva o novilunio
- Cuarto Creciente
- Luna Llena o plenilunio
- Cuarto Menguante

Investiga cuántos eclipses de Luna han sucedido desde hace cinco años y cuántos de Sol, así como los que van a suceder en los próximos 10 años en Bolivia.

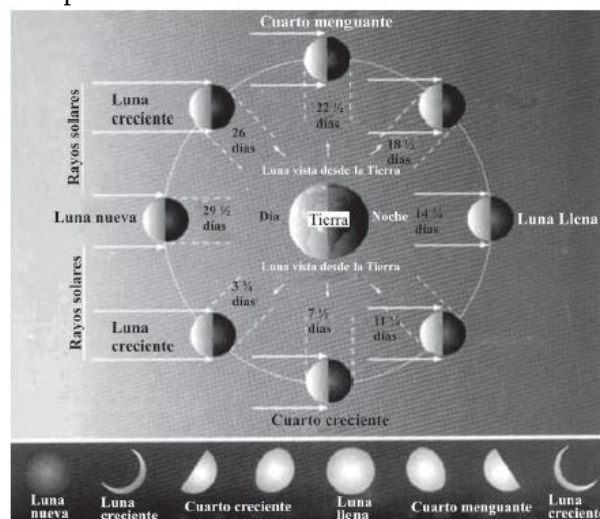


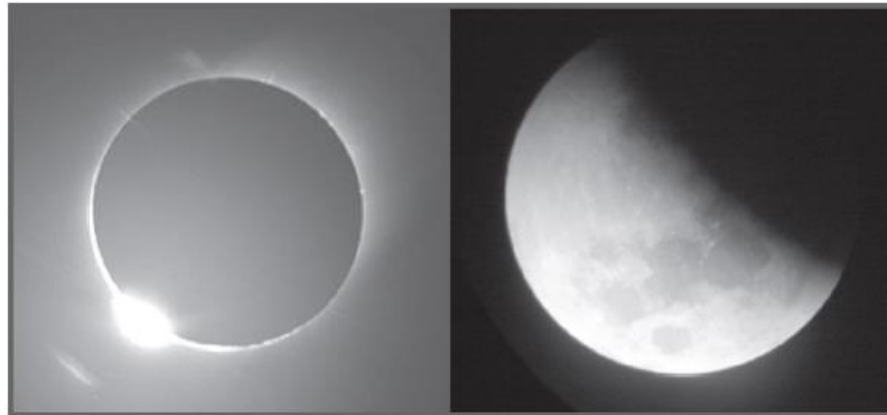
Figura 1.3
Fases lunares

• Eclipses

Los eclipses son resultado de la obstrucción total o parcial de la luz de un astro por la interposición de otro y pueden ser de Sol o de Luna. El eclipse de Sol se produce cuando la Luna se interpone entre la Tierra y el Sol; todos los eclipses son parciales en sus inicios y cuando la Luna se encuentra cubriendo por completo al Sol, entonces se dice que es un eclipse total, cabe señalar que también

depende del lugar donde se proyecte el cono de sombra de la Luna en la Tierra. El eclipse lunar aparece cuando la Tierra se interpone entre el Sol y la Luna y ésta queda oculta por la sombra que proyecta la Tierra (figura 1.4).

Figura 1.4
Eclipse total y
eclipse parcial.



• Mareas

Otro de los fenómenos en los cuales también tiene influencia la Luna son las corrientes marinas que producen el ascenso y descenso cíclico del agua, debido a la atracción que ejerce la Luna sobre la Tierra; a este fenómeno se le denomina **marea**. Existen mareas altas y bajas causadas por el efecto de la atracción gravitacional de la Luna. Cuando esa atracción se suma a la atracción gravitacional del Sol, entonces se produce una marea muy grande llamada marea viva; cuando la atracción gravitatoria está a 90° , la marea es pequeña y se denomina marea muerta.



LECTURAS RECOMENDABLES:

TEMAS:

EL SISTEMA SOLAR.

ORIGEN DEL UNIVERSO.

DECAIMIENTO RADIOACTIVO.

EL SISTEMA SOLAR VISTO DESDE LA Sonda ESPACIAL.

STEPHEN E. DWORNIK.- EL REDESCUBRIMIENTO DE LA TIERRA.

CONACYT 1982.

DE LA FORMACION DE LOS ELEMENTOS AL NACIMIENTO DE LA TIERRA. ALASTAIR

G.W. CAMERON.- EL REDESCUBRIMIENTO DE LA TIERRA. CONACYT 1982.

TRABAJOS DE INVESTIGACION:

Proporción de los elementos que forman el Universo.

Características Físicas fundamentales de los planetas del sistema solar.

Teorías sobre el origen del universo.

Los elementos radiactivos presentes en la tierra.

Las familias de elementos radioactivos.

Propiedades físicas de la luna.

Origen de la atmosfera y/o la capa gaseosa que rodea a los planetas del sistema solar.

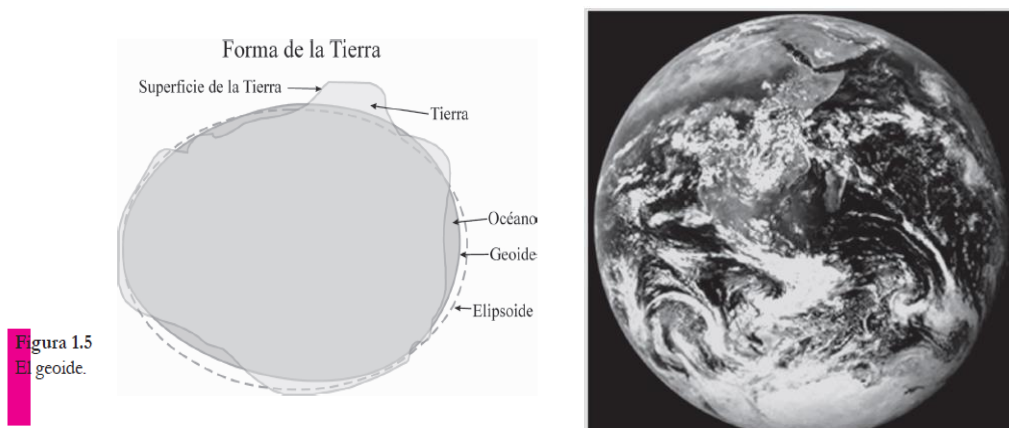
Cuestionario.

- a) ¿Qué dio inicio a la formación del Sistema Solar?
- b) ¿Qué le sucedió a esta nebulosa una vez que se enfrió cuando giraba velozmente?
- c) ¿Qué es una protoestrella y cómo se forma?
- d) ¿Cómo comenzó a tomar forma el Sistema Solar?
- e) ¿Cómo comenzó la formación de los planetas?
- f) ¿Qué es el proceso de acreción?
- g) ¿Qué es la fase colisional?

2.10 Forma de la Tierra.

Básicamente, la Tierra es un esferoide achatado, casi esférico, ligeramente aplanado en los polos y abultado en el Ecuador debido a su rotación.

Aunque si tomamos en cuenta que la superficie de la Tierra no es plana, sino que presenta muchas elevaciones (montañas, volcanes, etc.), valles y depresiones (cuencas oceánicas), la forma correcta de llamarla sería un geoide, término que viene del griego *geos* = Tierra y *eidos* = forma (figura 1.5).



Esta redondez de la Tierra tiene como consecuencia el círculo de iluminación (parte del planeta que recibe la luz del Sol; es decir, esta estrella sólo ilumina uno de los hemisferios, mientras que el otro permanece en la oscuridad y la rotación de la Tierra provoca que las diferentes regiones entren y salgan de este círculo de iluminación); y las diferencias de temperatura en la superficie de la Tierra (porque los rayos del Sol inciden con diferentes grados de inclinación), llamadas zonas térmicas, que son las que determinan las diferentes regiones naturales de la ecósfera de nuestro planeta (figura 1.6).

Tabla 1.3
Principales características de la Tierra.

Eje terrestre o eje polar	12,713 km
Diámetro ecuatorial	12,756 km
Radio ecuatorial	6,378 km
Radio medio	6,370 km
Superficie terrestre	510,000,00 km ²
Radio polar	6,356 km
Circunferencia ecuatorial	40,076 km
Circunferencia de un meridiano	40,009 km
Gravedad	9.78 m/seg ²
Masa	5,976 x 10 ²⁴ kg
Densidad	5.52 gr/cm ³
Distancia media al sol	149,600.000 km
Distancia de los trópicos al Ecuador	23° 27'
Distancia de los círculos polares al Ecuador	66° 33'
Distancia de los polos al Ecuador	90°
Temperatura	25°C diurna y 5° nocturna
Inclinación del eje	23° 27'

Tabla 1.4
Zonas térmicas de la Tierra.

Zona	Latitud	Temperatura del mes más calido	Temperatura del mes más frio
Tórrida o Tropical	0° – 23° 27'	Más de 25°C	Más de 25°C
Zona Templada	23° 27' – 66° 33'	Más de 18°C	Menos de 5°C
Zona Fría o Polar	66° 33' – 90°	Más de 5°C	Menos de 0°C



Figura 1.6
Zonas térmicas de la Tierra.

2.11 Movimientos de la Tierra.

Los principales movimientos que realiza la Tierra son cuatro: movimiento de traslación, de rotación, de precesión, y de nutación. Estos movimientos son fundamentales para la vida en la Tierra.

Movimiento de rotación

La rotación de la Tierra se efectúa de oeste a este y en sentido contrario a las manecillas del reloj. Este movimiento que realiza la Tierra, girando 360° sobre su propio eje, tiene una duración de 23 horas y 56 minutos, periodo que es llamado día sideral y corresponde al tiempo que tarda en pasar dos veces consecutivas un meridiano de la Tierra frente a una estrella. Se llama día solar al tiempo que tarda la Tierra en transitar entre dos pasos consecutivos del Sol frente a un meridiano y dura casi 24 horas. Sin embargo, debido a las actividades humanas, el día no se rige por el día solar ni por el día sideral sino por el día civil que dura 24 horas exactas. Como consecuencia de la forma curva de la Tierra, la velocidad a la que gira es distinta: mientras que en el Ecuador la velocidad es de 1,670 km/h, en los polos es de 0 km/min (figura 1.7).

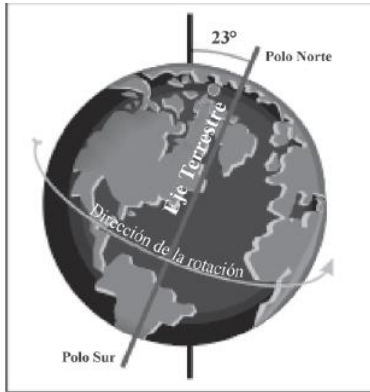


Figura 1.7
Movimiento de rotación de la Tierra

Consecuencias del movimiento de rotación

- Sucesión del día y la noche.

El movimiento de rotación permite que uno de los hemisferios esté iluminado cuando le llegan los rayos del Sol y el otro no; es decir, mientras que de un lado es de día porque está recibiendo la luz, del otro lado es de noche porque está en penumbras.

- Aplanamiento de los polos.

La fuerza centrífuga ocasionada por la rotación de la Tierra provoca el achatamiento de los polos y el ensanchamiento del Ecuador.

- Desviación de los vientos y corrientes marinas

Se debe al *Efecto Coriolis* o también llamada fuerza de flexiva de la Tierra. Es la desviación de las corrientes marinas y el viento ocasionada por la rotación de la Tierra, en el hemisferio norte desde su punto de partida hacia la derecha y hacia la izquierda en el hemisferio sur.

- Desviación de los cuerpos al caer.

Los cuerpos al caer sufren una aparente desviación al este por el movimiento de rotación.

- Movimiento aparente de los astros

- Diferencia horaria

También se origina a partir de la rotación de la Tierra. Es la diferencia horaria que existe entre los diversos lugares del planeta. Es fácil entonces concluir que, debido a la distinta iluminación de los rayos solares sobre la Tierra, no todos los puntos del globo terrestre poseen la misma hora, por lo cual se hizo necesario crear un sistema para establecer la hora que correspondería a cada lugar.

- Husos horarios y cambio de fechas.

El sistema de husos horarios fue ideado por el italiano Filopanti en una obra publicada en Londres en 1859, pero sólo comenzó a ser utilizado por algunas naciones de Europa en el año 1890. Éste se basa en la siguiente deducción: la Tierra demora 24 horas en dar una vuelta sobre su eje imaginario (movimiento de rotación), recorriendo 360° que divididos entre 24 da como resultado 24 sectores de 15° cada uno. De esta forma se ha dividido a la Tierra en 24 sectores de 15° de longitud, equivalentes a una hora, cada uno de los cuales es llamado huso horario. Esto facilita la determinación de la hora a nivel internacional, pues los territorios comprendidos dentro de un huso horario poseen la misma hora.

Cabe señalar que es ésta una situación convencional, pues en realidad entre cada grado de longitud existen cuatro minutos de diferencia. Al establecer los husos horarios, fue necesario determinar un meridiano a partir del cual se comenzaría a contar un nuevo día.

De esta manera se implantó la llamada Línea Internacional del Tiempo, que corresponde a una línea imaginaria que se extiende de polo a polo, que se superpone al meridiano de los 180° , aunque presenta una desviación en ciertas zonas para evitar pasar sobre algunas islas y éstas queden divididas en dos zonas con diferente fecha. Dicha línea se creó con la intención de aclarar la diferencia de un día más o un día menos, al ser cruzada la línea imaginaria. Así, imaginemos que navegamos alrededor del planeta en dirección este; tal vez no nos percatemos de ello, pero por cada huso horario que crucemos, ganamos una hora, y cuando por fin rodeemos toda la Tierra, habremos atravesado veinticuatro husos horarios.

Si no existiera la línea internacional de cambio de fecha, llegaríamos al punto de partida un día antes de la fecha local; por lo tanto, la línea corrige tal diferencia (figura 1.8).

Aplicación del sistema de husos horarios.

Como la Tierra realiza el movimiento de rotación en sentido oeste-este, en el momento en que un lugar recibe los rayos del Sol de manera perpendicular, se habla de mediodía; por el sistema de husos horarios, el meridiano que se ubica 15° al oeste del anterior, recibirá los rayos solares una hora después, por lo cual los relojes deberán marcar las 11. De manera similar, en el meridiano situado 15° hacia el este los rayos solares pasaron una hora antes, por lo tanto, en esta zona los relojes deberán marcar las 13 horas. Sin embargo, cada país hace ajustes de los husos horarios para que se adapten a sus límites regionales, evitando que una misma región quede en diferentes horarios o incluso en días diferentes. El territorio de Bolivia está comprendido en husos horarios: 60° - 50° ¿Cómo calcular la hora?

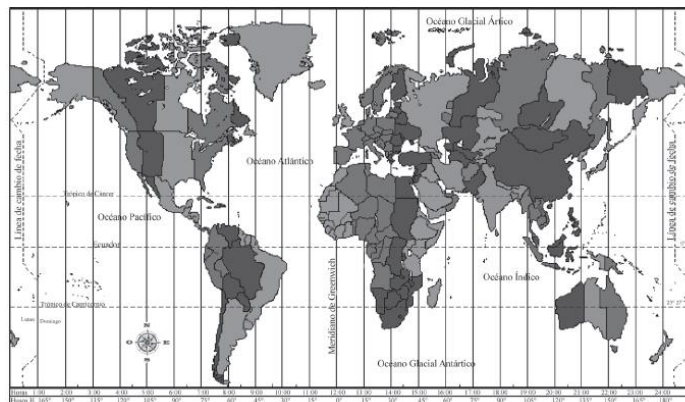


Figura 1.8
Husos horarios
en el mundo.

A partir de cualquier lugar, se aumenta una hora por cada huso horario hacia el este y se disminuye una hora por cada huso horario hacia el oeste.

A diferencia de otros países con igual o mayor cantidad de horarios, no tiene una cultura de diferenciación de los husos horarios, debido en gran parte a la centralización

El movimiento de traslación

Este movimiento es el que realiza la Tierra en su órbita alrededor del Sol, simultáneamente al de rotación, pero como la órbita que describe la Tierra no es un círculo sino una elipse, hay momentos en los que pasa más cerca del Sol (del 1 al 3 de enero), a este punto se le llama perihelio, mientras que cuando está más alejado del Sol (del 1 al 4 de julio) se le llama afelio.

El tiempo que tarda la Tierra en dar una vuelta al Sol es de 365 días, 5 horas y 48 minutos. A este periodo se le llama año trópico o año solar y se inicia a partir del primer paso del Sol por el Ecuador, el 21 de marzo. Tenemos también el llamado año sideral, que se mide cuando la Tierra da una vuelta completa al Sol, utilizando como referencia una estrella lejana y tiene una duración de 365 días, 6 horas, 9 minutos y 10 segundos. Debido a esta diferencia en la duración de los años, se estableció el año civil como una medida más conveniente para las actividades humanas; éste tiene una duración de 365 días exactos. Existe un acuerdo para que cada cuatro años se le agregue un día al mes de febrero con el objeto de compensar las seis horas faltantes y, de esta manera, puedan coincidir el año sideral con el año civil; a este año se le denomina año bisiesto.

Como lo explica la Segunda Ley de Kepler, la velocidad de la Tierra al pasar cerca del Sol (perihelio) es más rápida que cuando está más alejado del Sol (afelio) (figura 1.10).

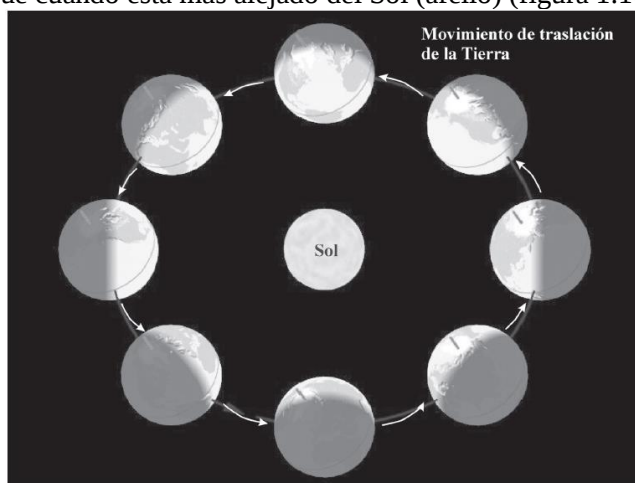


Figura 1.10
Movimiento de traslación de la Tierra.

Consecuencias del movimiento de traslación

- Sucesión de las estaciones anuales. Una de las consecuencias del movimiento de traslación, en forma conjunta con la inclinación del eje de la Tierra, es la generación de las cuatro estaciones del año: primavera, verano, otoño e invierno. Se distinguen entre sí principalmente por los cambios de temperatura, los cuales a su vez influyen en las lluvias, los vientos, cambios en el comportamiento de la vegetación y de la fauna y, por consiguiente, influyen también en las actividades humanas.

El inicio y el fin de las estaciones están marcado por los solsticios y equinoccios. Solsticio quiere decir “Sol que se detiene” y equinoccio “días y noches iguales”. Hay dos equinoccios (uno de primavera y uno de otoño) y dos solsticios (uno de verano y otro de invierno) en el transcurso del año (figura 1.11).

El equinoccio ocurre en las dos únicas fechas en que los días y las noches duran 12 horas en el Ecuador y los rayos del Sol caen perpendiculares al Ecuador, marcando el inicio de la primavera en el hemisferio norte y del otoño en el hemisferio sur.

El solsticio corresponde a dos fechas en las que la duración del día y de la noche es desigual; durante esta época, los rayos del Sol caen verticalmente sobre uno de los trópicos.

Si caen en el Trópico de Cáncer, ocurre el solsticio de verano para el hemisferio norte y el de invierno para el sur, y si caen en el Trópico de Capricornio se inicia el solsticio de invierno para el hemisferio norte y de verano para el hemisferio sur.

Figura 1.11
Estaciones del año:
primavera, verano,
otoño e invierno.



- Diferente duración del día y la noche. Otra de las consecuencias del movimiento de rotación en conjunto con el eje de inclinación de la Tierra es la duración del día y de la noche; así, durante el verano los días son más largos que durante el invierno.
- Movimiento aparente de las constelaciones en el año. Este es el resultado del movimiento de traslación de la Tierra, que permite observar diferentes constelaciones a lo largo del año.
- Cambio aparente del diámetro del disco solar. Esto se debe a que cuando nuestro planeta está más cerca del Sol (perihelio), este último aparenta tener mayores dimensiones, y cuando la Tierra está más alejada (afelio), el disco solar parece tener un menor tamaño.

Movimiento de precesión y nutación

Además de los dos movimientos más importantes que realiza la Tierra: el de rotación y traslación, ésta también efectúa otros movimientos como los de *precesión* y *nutación*.

Precesión. Como ya se dijo, la Tierra es un elipsoide de forma irregular, aplastado en los polos y deformado por la atracción gravitacional del Sol, de la Luna y, en menor medida, de los planetas. Esto provoca una especie de lentísimo balanceo en la Tierra durante su movimiento de traslación llamado “precesión de los equinoccios”, que se efectúa en sentido inverso al de rotación, es decir, con un movimiento retrógrado (sentido de las agujas del reloj).

Bajo la influencia de dichas atracciones, el eje terrestre va describiendo un doble cono de 47° de abertura, cuyo vértice está en el centro de la Tierra. Debido a la precesión de los equinoccios, la posición del polo celeste va cambiando a través de los siglos; actualmente, la estrella Polar no coincide exactamente con el Polo Norte Celeste (figura 1.12).

Nutación. El otro movimiento que se superpone con el de la precesión, es el de la nutación, esto es, un pequeño vaivén del eje terrestre. Como la Tierra no es esférica, la atracción de la Luna sobre el abultamiento ecuatorial de la Tierra provoca el fenómeno de nutación. Para hacernos una idea de este movimiento, imaginemos que mientras el eje de rotación de la Tierra describe el movimiento cónico de precesión, recorre a su vez una pequeña elipse o bucle en un periodo de 18.6 años. En una vuelta completa de precesión (25,767 años), la Tierra realiza más de 1,300 bucles de nutación. El movimiento de nutación de la Tierra fue descubierto por el astrónomo británico James Bradley (figura 1.12).

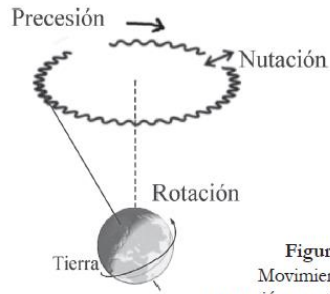


Figura 1.12
Movimiento de
precesión y nutación.

LECTURAS RECOMENDABLES:

En el cuaderno den respuesta a las siguientes interrogantes:

- ¿Cuál es la forma de la Tierra?
 - ¿Por qué tiene esa forma?
 - ¿Cuál es la consecuencia de la forma de la Tierra?
 - ¿Qué provoca el círculo de iluminación de la Tierra?
 - ¿En qué consisten las zonas térmicas y cuáles son?
 - ¿Cuáles son los movimientos más importantes del planeta Tierra?
 - ¿Cuáles son las consecuencias del movimiento de rotación de la Tierra?
 - ¿Qué es un huso horario?
 - ¿Cómo se calcula el huso horario?
 - ¿Por qué se incrementa una hora durante el verano?
- l) Calcula qué hora y día son en París, Groenlandia, Australia y Madagascar si en la Ciudad de La Paz son las 8:00 hr.
- ¿Qué es el año trópico o año solar y cuándo se inicia?
 - ¿Cuáles son las consecuencias del movimiento de traslación de la Tierra?
 - ¿Por qué se producen las estaciones del año?
 - ¿Qué son un solsticio y un equinoccio?

TEMA 3 LITOSFERA Y BIOFERA

3.1 Litosfera.

La vida en nuestro planeta Tierra es posible debido a tres elementos físicos presentes en su composición: uno sólido, que constituye a la *litosfera*, uno líquido que compone la *hidrosfera* y otro gaseoso que da lugar a la *atmósfera*.

3.1.1 Estructura interna de la Tierra.

Desde siempre el hombre se ha preguntado: ¿Cuáles son las causas de los sismos? ¿Por qué nace un volcán? ¿Cómo podemos pronosticar un terremoto y evitar desgracias? Diversas investigaciones nos han llevado al estudio del interior de nuestro planeta Tierra, pero como éste no se puede hacer de manera directa, se ha recurrido a métodos indirectos como el estudio detallado de las ondas sísmicas o sismología. Los sismólogos se dieron cuenta que las ondas sísmicas no se propagan de manera regular al interior del planeta, sino que viajan a diferentes velocidades e intensidades, lo cual puso en evidencia que la estructura interior de la Tierra se presenta en capas o estratos de diferente composición. Estos estudios han demostrado que el proceso de enfriamiento del planeta provocó que los elementos pesados como el hierro (Fe) y el níquel (Ni) se desplazaran hacia su centro para formar una capa llamada *núcleo*; le siguieron los elementos menos pesados como el magnesio (Mg), el calcio (Ca) y los silicatos de hierro que formaron una segunda capa llamada *manto* y, por último, los elementos más ligeros como el oxígeno (O), el hidrógeno (H) y el nitrógeno (N) que formaron la capa más externa la corteza y que a su vez forman la hidrosfera y la atmósfera (figura 2.1).

Núcleo

Las mediciones sísmicas nos muestran que el núcleo es la capa más interna de la Tierra, la cual, a su vez, está compuesta por dos subcapas, una *interna sólida* (núcleo interno) producto de las altas presiones que soporta de las capas superiores y que, a pesar de encontrarse a una temperatura mayor a los 5,000°C, tiene un espesor aproximado de 1,220 km; se compone principalmente de hierro (Fe) y níquel (Ni).

La otra subcapa es la *externa semisólida* (núcleo externo), que alcanza los 3,400 km de profundidad. En ésta se presentan corrientes convectivas de ascenso y descenso que generan corrientes eléctricas, las cuales junto con la rotación terrestre, originan el campo magnético de la Tierra.

Manto

Esta capa se encuentra separada del núcleo por la llamada discontinuidad de Gutenberg, situada a 2,900 km de profundidad. Es la capa intermedia entre la corteza terrestre y el núcleo; también está conformada por dos subcapas: el *manto inferior* o mesosfera, en la cual se encuentran depósitos de magma desde donde fluye la lava hacia los volcanes. Tiene características de un cuerpo viscoso porque muestra diferentes temperaturas y densidades y por ello presenta movimientos de ascenso y descenso, es decir, movimientos de convección que originan plegamientos, fracturas o fallas en la corteza terrestre. Está constituida principalmente por *pallasita*, un mineral silicatado que contiene aluminio y por ello su densidad es menor. El *manto superior* o Astenosfera es un cuerpo sólido formado básicamente por *peridotita*, mineral pesado compuesto principalmente por silicatos de magnesio y hierro. Esta capa termina con la discontinuidad de Mohorovicic.

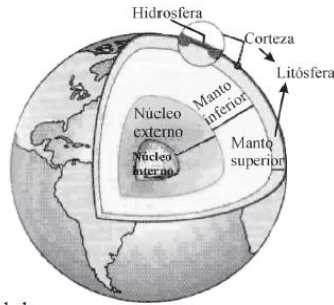


Figura 2.1
Estructura de la
Tierra.

Corteza terrestre

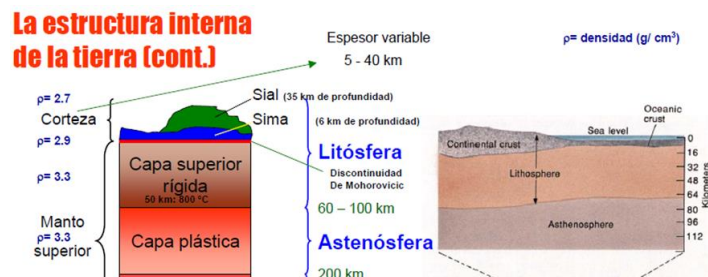
La corteza terrestre es la capa más superficial de la estructura de la Tierra. Tiene un espesor de aproximadamente 60 km, en las zonas montañosas de los continentes y de 10 km en el lecho oceánico. Los principales elementos que la constituyen son: el silicio (Si), el oxígeno (O), el aluminio (Al) y el magnesio (Mg), los cuales se presentan en forma de rocas cristalinas, principalmente ígneas. Estas rocas muestran cierta fragilidad cuando se les somete a fuertes presiones, por lo que la corteza terrestre se encuentra fragmentada en una serie de placas tectónicas a través de las cuales se hace evidente el resultado de los procesos geológicos que se llevan a cabo en el interior de la Tierra, como el vulcanismo o la sismicidad.

Contesta las siguientes preguntas.

1. ¿Cómo está dividida la estructura interna de la Tierra?
2. ¿Cuál es la capa más profunda?
3. ¿Cuál es la capa más superficial?
4. ¿Cómo se llama la zona que separa el núcleo del manto?
5. ¿Cuáles son las capas en las que se divide la corteza terrestre?
6. ¿De qué otra manera se les llama a estas capas?
7. ¿Cuál es la composición química principal de estas capas?
8. ¿En qué capa se manifiestan los movimientos de ascenso y descenso que causan los plegamientos, fracturas o fallas en la corteza terrestre?
9. ¿Cómo se llama la zona que separa al manto de la corteza terrestre?

Composición y evolución geológica de la corteza terrestre

La corteza terrestre se divide en dos subcapas o substratos geológicos: el **sima** y el **sial**. El substrato basáltico o sima constituye la parte inferior de la corteza y se compone principalmente de silicio y magnesio (de allí su nombre sima: Si, silicio y Ma, magnesio), así como de hierro en pequeñas cantidades en la corteza oceánica. La capa granítica o sial es la capa superior de la corteza formada por (Si) silicio y (Al) aluminio; dicho substrato conforma la corteza continental.



Rocas. Ciclo de las rocas

La corteza terrestre y el manto están constituidos por rocas. Se le llama roca a un sólido formado por varios minerales, por lo que cualquier parte sólida de la Tierra se encuentra compuesta de rocas. Las rocas se clasifican de dos maneras: 1. Según la naturaleza que las produce o forma.

Así, hay rocas orgánicas como el carbón, el grafito y la caliza, entre otras, e inorgánicas como el basalto y el granito. 2. Según su origen las rocas se clasifican en: ígneas, metamórficas y sedimentarias.

–*Rocas ígneas*. El término ígneo significa “de fuego”, es decir, son rocas que se originan a partir del magma, que es la roca fundida, y que al salir de la superficie terrestre se enfría y solidifica. Dependiendo de la temperatura, la velocidad de enfriamiento y la composición del magma, se producen diferentes tipos de rocas. Por ejemplo, un magma con poca densidad se enfría rápidamente produciendo una roca vidriada como la obsidiana; si el magma es espumoso y presenta muchos gases entonces se forma la piedra pómez.

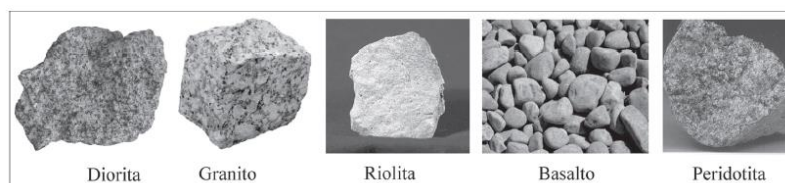
Las rocas ígneas constituyen 80% de la masa de la corteza terrestre y se clasifican en:

1. Rocas *ígneas intrusivas*, cuando el magma se enfría en alguna cavidad o grieta y no sale a la superficie terrestre, y 2. Rocas *ígneas extrusivas* cuando el magma sale a la superficie terrestre y allí se enfría. Estos factores también determinan su composición química y textura (tabla 2.1 y figura 2.2).

Tabla 2.1
Principales tipos
de rocas ígneas
intrusivas y
extrusivas.

Tipo de roca	Nombre de la roca	Composición
Ígnea intrusiva	Granito	Mezcla de cuarzo, feldespato potásico, hornblenda y mica-biotita
	Diorita	Feldespato, plagioclasa y hornblenda
	Gabro	Feldespato, potásico y piroxeno
	Peridotita	Piroxeno y olivino con o sin feldespato
Ígnea extrusiva	Riolita	Cuarzo, feldespato y mica
	Andesita	Plagioclasa, piroxeno y/u hornblenda
	Basalto	Piroxeno, olivino, feldespato y cuarzo
	Pumita	Feldespato potásico, cuarzo y plagioclasa

Figura 2.2
Principales
tipos de rocas
ígneas.



Rocas sedimentarias. Estas rocas están formadas con material que se deriva de procesos de erosión e intemperismo, es decir, de fragmentos de rocas que se depositan en las zonas bajas para formar depósitos sedimentarios que con el tiempo se compactan y cementan hasta consolidarse en rocas. Se clasifican de acuerdo con el proceso de formación y con el tamaño de las partículas en: *Rocas conglomeradas*. Se le llama así al tipo de rocas que se forman de fragmentos cementados de otras rocas que tienen el tamaño de una almendra. *Brechas*, si los fragmentos de los que está formada la roca son puntiagudos y angulares, señalando que no han sido muy erosionados.

Tilitas, si los fragmentos que conforman este tipo de rocas tienen marcas producidas por glaciares y son redondos por la erosión de tipo glacial. Cuando las rocas se forman de partículas tan pequeñas como granos de arena se les llama *areniscas*; éstas pueden ser finas, gruesas, duras o suaves y constituyen cerca 32% de las rocas sedimentarias (tabla 2.2 y figura 2.3).

Tipo de roca	Nombre de la roca	Composición
Rocas sedimentarias de origen químico	Areniscas	Principalmente cuarzo en granos gruesos
	Silt	Cuarzo en granos muy finos
	Lutita	Arcilla o barro. Su coloración depende de la cantidad de cierto mineral
	Toba volcánica	Material piroclástico
Rocas sedimentarias de origen orgánico	Calcita (caliza)	Carbonato cálcico, proveniente de organismos como corales, algas, foraminíferos, bivalvos y gasterópodos
	Dolomita	Alto contenido de carbonato calcicomagnésico
	Carbón	Carbono principalmente
	Yeso	Sulfato cálcico hidratado
	Halita	Sal gema; cloruro sódico

Tabla 2.2
Principales tipos de rocas sedimentarias.

–*Rocas metamórficas*. Son rocas formadas a partir de rocas ígneas y sedimentarias a través del proceso de *metamorfismo*, que consiste en la lenta transformación de la composición química y estructura de los minerales que constituyen las rocas de las cuales están formadas.

Estos cambios se deben a la exposición de las rocas a altas presiones y temperaturas en el interior de la corteza terrestre (tabla 2.3 y figura 2.4).

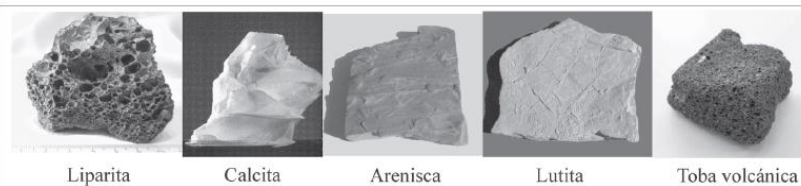


Figura 2.3
Principales tipos de rocas sedimentarias.

Tabla 2.3
Principales tipos de rocas metamórficas.

Nombre de la roca	Composición
Gneis	Feldespato, cuarzo y mica o granate
Esquisto	Arcillas, cuarzo, mica y clorita
Filita	Moscovita, clorita y cuarzo
Pizarra	Grafito, cuarzo y moscovita
Mármol	Principalmente carbonato cálcico
Cuarcita	Cemento silíceo de areniscas cuarzosas

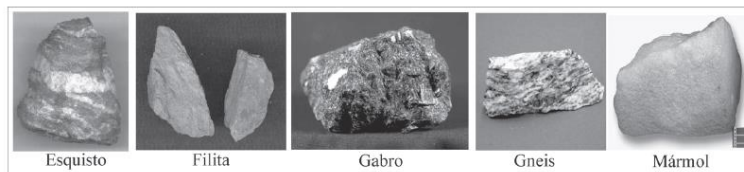
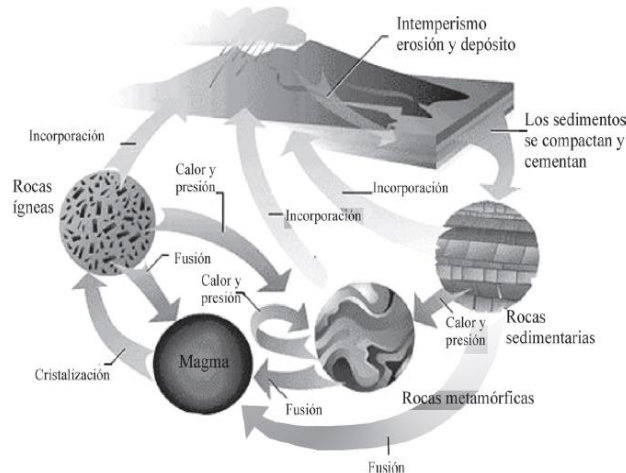


Figura 2.4
Principales tipos de rocas metamórficas.

- *Ciclo de las rocas*. Las rocas se encuentran en constante transformación debido a varios procesos como son el *intemperismo*, la *erosión* y los *movimientos tectónicos*, entre otros, que originan un ciclo que se inicia con el magma, el cual al enfriarse forma las rocas ígneas, que al desintegrarse forman las sedimentarias. Cuando éstas llegan a las profundidades por los movimientos tectónicos, se someten a altas presiones y temperaturas, transformándose entonces en rocas metamórficas. A este proceso se le denomina el ciclo de las rocas (figura 2.5).

Figura 2.5
Ciclo de las
rocas.



Eras geológicas

La historia geológica de la Tierra se divide en grandes periodos conocidos como *eras geológicas*, los cuales abarcan miles o hasta millones de años. Estos eventos se han logrado reconstruir a partir del estudio de los estratos de sedimentos, de los restos fósiles de plantas y animales y por el empleo de los isótopos radiactivos, que permiten señalar con un mayor grado de precisión el tiempo en que se formaron las rocas y, por ende, se ha logrado identificar la temporalidad de cada *era geológica* y hacer esta división (tabla 2.4).

3.1.2 Procesos internos que crean el relieve continental y submarino.

Como hemos visto anteriormente, el interior de la Tierra no está constituido sólo por rocas sólidas, sino que está conformado por capas de diferentes densidades y composición, lo que origina el movimiento de la última capa, la corteza terrestre. Dicho movimiento provocó que la corteza terrestre se fragmentara en *placas tectónicas*. Estas placas, en cuyos límites se localizan las cadenas montañosas y los volcanes, al moverse originan los sismos y terremotos. De esta manera, los procesos que se llevan a cabo en el interior de la Tierra afectan de manera directa la vida en su superficie.

Estas placas se han estado moviendo desde hace millones de años. Algunas se separan (placas divergentes), mientras que otras se unen (placas convergentes) y chocan formando cadenas montañosas y continentes e islas. En general, esta es la idea de la *deriva continental* propuesta por Alfred L. Wegener que, junto con la *Teoría de la expansión de los fondos oceánicos* propuesta en 1960 por Harry Hammond Hess, básicamente señalan que la Tierra está en proceso de expansión, por lo que su corteza se rompe a lo largo de las líneas de fractura, por donde sale material a grandes presiones para formar nuevas montañas (figura 2.6). Estas dos teorías son la base de la *Teoría de la tectónica de placas*.

Eras geológicas	Periodos	Época / millones de años a partir de la actualidad	Evolución de la corteza terrestre y condiciones climatológicas	Evolución de las formas de vida
Cenozoico Superior	Cuaternario	Holoceno Pleistoceno 2	- Continentes y océanos actuales - El progresivo retiro de los glaciares originó grandes cuencas hidrográficas - Continúan elevándose las grandes cordilleras actuales - Vulcanismo intenso	- Aparece el <i>Homo sapiens</i> - Diversidad de mamíferos y aves - Predominio de las gimnospermas - Fin del periodo glacial
Cenozoico Inferior	Terciario	Plioceno Mioceno Oligoceno Eoceno Paleoceno 65	- Se forma el Atlántico Norte - Elevación de cordilleras - Glaciaciones - Continúa la expansión del Atlántico y la deriva de los fragmentos de Gondwana	- Predominio de los mamíferos herbívoros y carnívoros - Aparición de los homínidos - Vegetación herbácea: gramíneas - Bosques de hojas caducas - Expansión de los glaciaciones
Mesozoico		Cretácico Jurásico Triásico 230	- La placa africana se fractura de Gondwana - Cambios drásticos en el clima - Se inicia el proceso de fractura del continente originario Pangea, y da comienzo la deriva continental - Pangea se divide en dos masas continentales: Laurasia y Gondwana - Se inicia la formación de las grandes cordilleras: Himalaya, los Alpes, Rocosas, Andes y Sierras - Vulcanismo moderado	- Formación del petróleo - Expansión de los insectos - Extinción de los dinosaurios a finales del periodo - Surgen las angiospermas - Aparición de los mamíferos y de las aves - Aparición de los dinosaurios - Extinción de los reptiles acuáticos y los <i>amonites</i> en el mar - Radiación de las plantas con flor
Paleozoico	Pérmico Carbonífero Devónico Silúrico Ordovícico Cámbrico	Pennsylvaniano Mississippiano 600	- Redistribución de las aguas y tierras en Gondwana, produciendo un cambio global del clima - Inicia glaciación en el hemisferio austral - Climas cálidos - La atmósfera primitiva se modifica por la presencia de plantas verdes que originan un aumento del oxígeno - Formación de la capa de ozono, por la liberación de oxígeno de las algas - Se originan los Montes Apalaches y los Urales - Vulcanismo intenso	- Surgen los primeros anfibios - Formación de yacimientos de carbón - Bosques de helechos - Surgen las gimnospermas - Primeras plantas y artrópodos terrestres - Primeros vertebrados (peces) - Formación de yacimientos de oro y cobre - Explosión de la vida en el mar
Proterozoico	Precámbrico	3,500	- Cede el efecto invernadero por la acción de los corales, que disminuyen el CO₂ y lo convierten en roca caliza - Abundante vapor de agua y CO₂- Efecto invernadero - Oxígeno escaso - Se forman las primeras montañas del planeta - Grandes glaciaciones - Vulcanismo intenso - Formación de las primeras placas tectónicas	- Se inicia la fotosíntesis - Corales - Algas rojas y verdes - Invertebrados marinos: protozoarios, esponjas - Microorganismos unicelulares
Azoico		5,000	- Primeras lluvias - Formación de los océanos - Se inicia el enfriamiento y la consolidación de la corteza terrestre - Vulcanismo muy intenso por el impacto de meteoritos	- No hay condiciones para la vida en la Tierra, pero ésta se desarrolla en los océanos - Azoico quiere decir “sin vida”

Tabla 2.4 Eras geológicas

3.1.3 Procesos externos que modifican el relieve terrestre.

Como ya lo hemos estudiado, el relieve terrestre se forma y modifica por procesos internos o endógenos como son el vulcanismo y el diastrofismo, pero también intervienen procesos externos o exógenos que han modificado el relieve por millones de años, como son el *intemperismo* y la *erosión*.

El *intemperismo* o *meteorización* es la acción combinada de procesos climáticos, biológicos, químicos y físicos que actúan en la descomposición o desintegración de las rocas en el mismo lugar donde se encuentran. Los principales tipos de intemperismo son el físico y el químico.

- *Intemperismo físico o mecánico*. Este proceso es el que desintegra la roca sin alterar su composición química. Los cambios de temperatura son la principal causa de esta degradación, aunque existen otros factores como el agua y las raíces de las plantas. Durante el día, las rocas se calientan y se dilatan, y durante la noche se enfrían y contraen, lo cual provoca que se fracturen y se desintegren. Del mismo modo, la penetración del agua que se congela y expande, así como el crecimiento de raíces en las grietas de las rocas, ocasionan su fractura y posterior desintegración (figura 2.17 A).

- *Intemperismo químico*. Este proceso consiste en la disolución de los minerales de las rocas por acción de las lluvias, de los ríos y de las aguas subterráneas. El oxígeno que contiene el agua provoca la oxidación y la formación de compuestos que atacan a los minerales (figura 2.17 B).

Figura 2.17
Intemperismo. A. El intemperismo físico y químico combinados han provocado la exfoliación de un bloque de gneis, y B. Intemperismo químico, estas depresiones fueron originadas por ese fenómeno; el desarrollo de algas dentro de los charcos intensifica el proceso.



Ambos procesos actúan de manera simultánea, aunque uno de los dos predomina de acuerdo con las condiciones climáticas del lugar y la composición de la roca.

Erosión

Una vez que las rocas fueron fragmentadas por procesos físicos y/o químicos, son sometidas a la erosión, proceso mediante el cual se da el arrastre, transporte y acumulación de los materiales rocosos y de otros sedimentos terrígenos a otros lugares de menor altitud.

Los principales agentes erosivos son el viento y el agua, de acuerdo con los cuales existen diferentes tipos de erosión:

1. *Erosión eólica*. Es causada por el viento, y es muy intensa en terrenos desprovistos de vegetación y climas secos. De esta manera se originaron las arenas que cubren los desiertos (figura 2.19).



Figura 2.19
Erosión eólica.

2. *Erosión hídrica*. Este tipo de erosión la lleva a cabo el agua y comprende varios tipos:

- *Erosión pluvial*. La realiza la lluvia, que es uno de los agentes erosivos de mayor actividad después del ser humano. La erosión por lluvias es muy intensa y a veces devastadora, porque origina deslaves en los cerros y en las carreteras, dañando vías de comunicación (figura 2.20).
- *Erosión fluvial*. Es ocasionada por el torrente de agua de los ríos, que acarrea el material para excavar el cauce o canal por donde fluyen.

Los ríos más caudalosos suelen transportar casi 500,000 toneladas de roca montaña abajo, lo cual ocasiona que con el paso del tiempo el río corte vertical y profundamente a la montaña, tallando en ella un valle angosto llamado cañón. Al río del Cañón del Colorado, cuya profundidad es de 1,800 m, le tomó aproximadamente 10 millones de años cavarlo



Figura 2.20
Erosión pluvial



Figura 2.21
Erosión fluvial. El
cañón del Colorado
en Estados Unidos

- *Erosión subterránea*. A este tipo de erosión también se le llama kárstica y la producen las corrientes de agua que circulan por el subsuelo y que provienen de las aguas que se infiltran a través de la superficie del suelo. En su recorrido por el subsuelo, el agua disuelve los minerales de las rocas, lo cual facilita la erosión y provoca que los mares se salen. Cuando las aguas subterráneas erosionan regiones calcáreas, se forman grandes cavidades llamadas torcas o dolinas. En el estado de Yucatán a estas formaciones se les conoce como *cenotes* (figura 2.22).

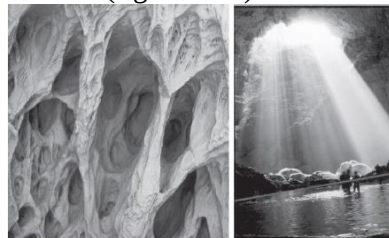


Figura 2.22
Erosión subterránea.
Las grutas de

- *Erosión glacial*. Este tipo de erosión, como su nombre lo indica, es la que realizan los glaciares o los ríos de nieve. La acumulación de nieve que se va compactando y se transforma en hielo, con el tiempo se va haciendo más pesada y por efecto de la gravedad se desliza y corta la roca a su paso (figura 2.23).

Figura 2.23
Erosión glaciar.
Parque Yosemite
EUA. El hie-
lo corta la roca
como cuchillo.



• **Erosión marina.** Este tipo de erosión es causada por el agua de los océanos, por lo cual su acción se registra en las costas y litorales (figura 2.24).

Figura 2.24
Erosión marina.
Parque Bahías



3. **Erosión antrópica.** Este tipo de erosión es causado por el hombre como resultado del mal uso de las tierras; como es el caso del sobrepastoreo, la falta de rotación de cultivos, la tala irracional, la explotación de los recursos sin medida, etc. (figura 2.25).



Figura 2.25
Erosión antrópica

1. Explica qué es el intemperismo y describe los dos tipos de este proceso.
2. Escribe en qué consiste la erosión y describe los tipos que existen.
3. Cuántos subtipos de erosión hídrica hay y describe dos tipos que comúnmente suceden en el lugar donde vives.

Principales tipos de relieve

El relieve está conformado por las irregularidades que presenta la corteza terrestre. Existen dos tipos: el relieve continental y el relieve submarino (el cual se explicará en el siguiente tema sobre la hidrosfera). Las principales formas de relieve continental son:

• **Montañas.** Se clasifican en: colinas (elevaciones de poca altura que con frecuencia se encuentran en grupos), montañas medias (elevaciones de hasta 1,500 m y que a veces constituyen bloques montañosos de poca altura llamados macizos) y altas montañas (tienen más de 1,500 m y se agrupan en cordilleras y sierras) (figura 2.26 A).

Las montañas se clasifican en los siguientes tipos, de acuerdo con su origen:

1. **Montañas plegadas.** Tienen su origen en los plegamientos que sufre la corteza terrestre por efecto de las fuerzas tectónicas (fuerzas orogénicas). Ejemplos: los Alpes en Europa, los Andes en América y la Sierra Madre Oriental y Occidental.
2. **Montañas de falla.** También se originan por movimientos orogénicos, esto es, cuando las fuerzas internas obligan a una masa rocosa a separarse de otra. Son diferentes de las montañas de pliegues porque tienen escarpes rocosos: en un lado de la fractura se eleva un bloque de terreno que forma un pilar o horst, mientras que el otro se hunde para formar una fosa tectónica.
3. **Montañas volcánicas.** Se forman cuando la erupción arroja suficiente material ígneo para formar una montaña muy alta, como el Pico de Orizaba, el Popocatepetl, Illimani, el Nevado Sajama y otros en nuestro país:

Zona 1. Altiplano y alto andino montañas entre 3000 a 5000 msnm. Depósitos de materiales ígneos localizados bajo la superficie de la Tierra que produjeron levantamientos.

- Zona 2. Valles fríos, templados y cálidos, Regiones planas y altas del relieve terrestre que se encuentran a una altitud mayor a los 500 a 3000 msnm.

- Zona 3. Llanos < 500 msnm Llanuras. Son extensiones de tierras planas que se ubican a bajas altitudes, Las llanuras se clasifican por su origen en: *aluviales* (formadas por los depósitos de los ríos), *de sedimentación marina* (éstas fueron fondos de antiguos mares que se elevaron y están cubiertos por sedimentos) y *penillanuras* (éstas fueron montañas alguna vez, pero se erosionaron a tal grado que se nivelaron y formaron una llanura) (figura 2.26 C).

- Depresiones. Son hundimientos de la corteza terrestre y se dividen en: absolutas (las que se encuentran por debajo del nivel del mar) y relativas (regiones situadas por encima del nivel del mar, pero a baja altitud). Ejemplos de depresiones relativas son: el Mar Muerto (394 m.s.n.m.), el Mar Caspio (26 m.b.n.m.) y la depresión del Balsas en México (300 a 500 m.s.n.m.) (Figura 2.26 D).



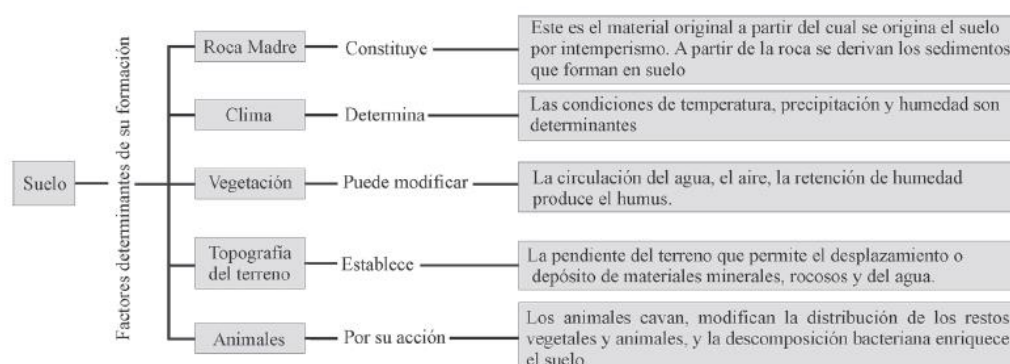
Figura 2.26
Tipos de relieve
A) Montaña. B) Meseta.
C) Llanura.
D) Depresión.

Escribe las definiciones de las siguientes palabras.

1. Relieve
2. Continental
3. Montañas volcánicas
4. Llanura.
5. Montaña
6. Depresión
7. Meseta
8. Pilar
9. Fosa tectónica
10. Llanuras aluviales

Tipos de suelo

El suelo es la capa superficial muy delgada que cubre a la corteza terrestre, en donde crece la vegetación. Tiene su origen en los procesos externos que modifican el relieve, como el intemperismo y la erosión, de manera que la roca es alterada física y químicamente. La composición particular del suelo depende de la topografía, el terreno, el clima, la vegetación y el uso del suelo.

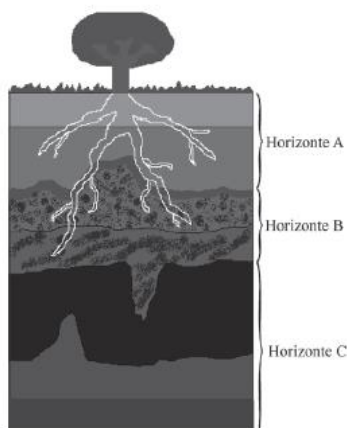


La estructura de los suelos se puede observar en un *perfil de suelo*, que es un corte vertical de éste. En el perfil se pueden reconocer diferentes capas llamadas horizontes (figura 2.27). A continuación se describen estos horizontes edáficos:

- Horizonte A. Es la capa superior, formada básicamente por materia orgánica y material rocoso fino, lo cual lo hace apto para el cultivo.
- Horizonte B. Esta capa se encuentra debajo del horizonte A. Contiene menos materia orgánica y material rocoso más grueso.
- Horizonte C. Esta capa no tiene casi materia orgánica y presenta rocas grandes.
- Horizonte D. Es la roca madre.

Existen diferentes clasificaciones de suelos basadas en sus características y en su génesis o formación, pero la más usada en el mundo y en Bolivia es la *Clasificación de la FAO*

Figura 2.27
Perfil del suelo.



Ésta consta de 28 grupos subdivididos en 143 subgrupos (tabla 2.6).

Acrisoles	Chernozems	Castañozems	Plintosoles
Alfisolos	Ferralsol	Leptosoles	Podsoluvisoles
Andosoles	Fluvisoles	Lixisoles	Podzoles
Antrosol	Gleysol	Luvisol	Regosol
Arenosol	Greyzem	Nitisol	Solonchaks
Calcisol	Gypsisol	Feozem	Solonetz
Cambisol	Histosol	Planosol	Vertisol

Tabla 2.6
Clasificación de
los suelos según
la FAO

3.2 Sismología.

Tectónica de placas Esta teoría sostiene que la corteza terrestre se encuentra dividida en placas tectónicas colocadas sobre la capa superior del manto y, como ésta es viscosa, se mueven una en relación con la otra. Por esta razón, a través del tiempo han cambiado, no sólo la forma y características de las placas, sino también la forma de los continentes (figura 2.6).

La historia geológica nos da cuenta de cómo los continentes se unen entre sí o se fragmentan, los océanos se abren, se levantan montañas y se modifica el clima, influyendo todo ello de forma decisiva en la evolución y desarrollo de los seres vivos. Ésta ha sido la historia de nuestro planeta: así como se crea nueva corteza en los fondos marinos, se destruye corteza en las trincheras oceánicas y se producen colisiones entre continentes que modifican el relieve. Una historia a todas luces muy dinámica, en la que a veces se producen cambios profundos que han modelado paulatinamente la vida de nuestro planeta, incluyendo a la especie humana.

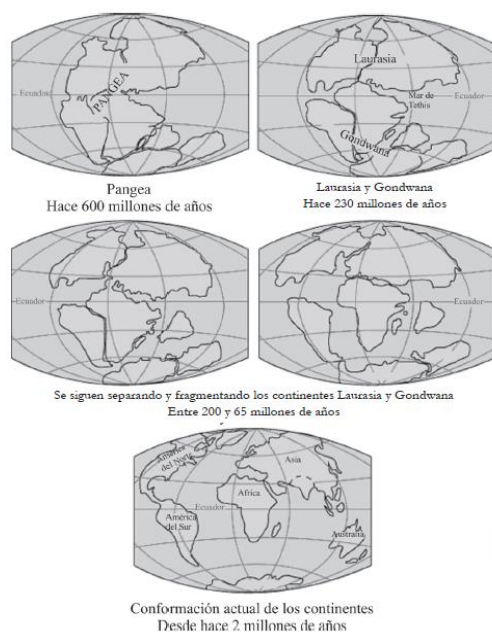


Figura 2.6
Tectónica de
placas

Las placas se mueven debido a corrientes convectivas, en las cuales el calor asciende. El aire caliente asciende por encima del aire frío y las corrientes de agua caliente flotan por encima de las de agua fría. El mismo principio se aplica a las rocas calientes que están bajo la superficie terrestre: el material fundido de la *astenosfera*, o magma, asciende, mientras que la materia fría y endurecida se hunde cada vez más hacia el fondo, dentro del manto. La roca que desciende finalmente alcanza las elevadas temperaturas de la *astenosfera inferior*, se calienta y comienza a ascender una vez más (tabla 2.5, figura 2.8).

Tabla 2.5
Principales placas
tectónicas.

1.	Placa Africana
2.	Placa Antártica
3.	Placa Arábica
4.	Placa Australiana
5.	Placa del Caribe
6.	Placa Escocesa
7.	Placa Euroasiática
8.	Placa Filipina
9.	Placa Indoaustraliana
10.	Placa Juan de Fuca
11.	Placa de Nazca
12.	Placa del Pacífico
13.	Placa Norteamericana
14.	Placa Sudamericana

Hay tres tipos de zonas límite entre las placas tectónicas:

1. *Límites divergentes o zonas de expansión*, donde las placas se están separando.

Al romperse la corteza, fluye el magma hacia la superficie formando grandes cordilleras volcánicas; a las cordilleras volcánicas oceánicas se les llama *dorsales oceánicas*. Un proceso como éste originó la separación de la isla de Madagascar de la costa africana (figura 2.8 A).

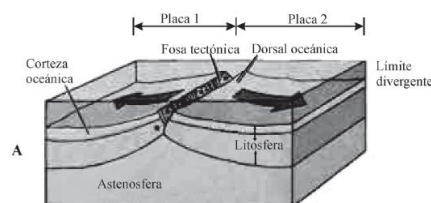
2. *Límites convergentes*, cuando las placas tectónicas se acercan entre sí en lugar de alejarse.

Existen dos tipos:

- Límite o zona de subducción. Cuando una de las placas se dobla, en un ángulo pequeño, hacia el interior de la Tierra, introduciéndose por debajo de la otra. A la zona donde se hunde se le llama *fosa oceánica* o *fosa abisal*. Esta es una estrecha zanja y cada uno de sus lados pertenece a una placa distinta. Se presentan dos clases, que difieren por la naturaleza de la litosfera en la placa que recibe la subducción: puede ser de tipo continental, como ocurre en la subducción de la placa de Nazca bajo los Andes; o puede ser litosfera oceánica, en la cual se desarrollan edificios volcánicos que forman un arco de islas, como los atolones del Océano Pacífico (figura 2.8 B).

- Límite o zona de colisión. Es la zona donde dos masas continentales chocan y la compresión que resulta de este choque ocasiona la formación de grandes plegamientos o cadenas montañosas, que emergen lentamente para formar los bordes continentales como las cordilleras del Himalaya o los Alpes (figura 2.8 C). En la colisión de estas placas, la de menor espesor se hunde y se funde en el manto para formar grandes fosas llamadas *trincheras* oceánicas, como la que se encuentra en el Océano Pacífico.

3. *Límites de fricción*, también conocidos como *fallas de transformación o desgarradura*. En estos bordes, las placas tectónicas no se separan ni convergen entre sí, sino que se deslizan de manera horizontal en sentido contrario y muy lentamente. La Falla de San Andrés en California corresponde a este tipo de límite (figura 2.8 D).



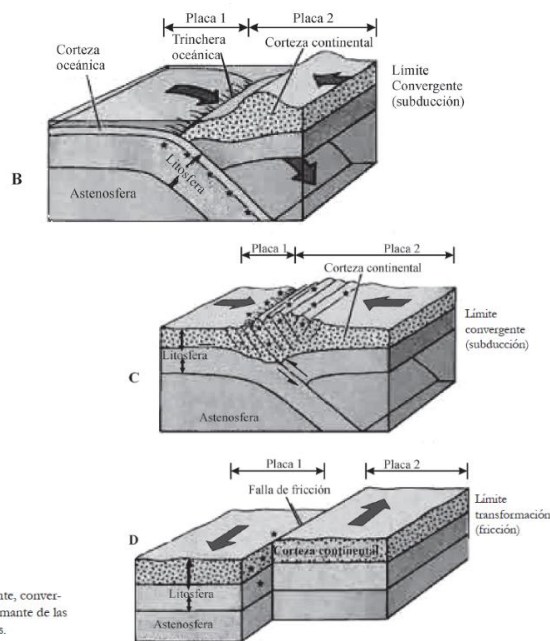


Figura 2.8
Límites divergente, convergente y transformante de las placas tectónicas.

Observa la figura 2.7 y contesta correctamente.

1. ¿Cuántas placas tectónicas se encuentran colindantes alrededor de nuestro país?
2. ¿Cuántas fallas se localizan alrededor de nuestro país?
3. ¿Cuántas trincheras se localizan alrededor de la Bolivia y dónde se ubican?
4. ¿Por qué a lo largo de la falla del Paralelo 19 se encuentran los más importantes volcanes del país?
5. ¿Qué causa la alta sismicidad en el centro y sur del país?
6. ¿A qué se debe que la costa del Golfo de México se levante alrededor de 10 cm cada 100 años, mientras que la del Pacífico se hunde poco a poco?
7. Investiga qué volcanes se encuentran activos en Bolivia y cuáles han tenido erupciones recientes.

El tectonismo es un conjunto de fuerzas internas que modifican el relieve terrestre y se divide en: diastrofismo, sismicidad y vulcanismo.

Diastrofismo

A los movimientos que se llevan a cabo en el interior de la corteza terrestre y que provocan la modificación del relieve se les llama *diastrofismo*. El diastrofismo puede ser de tipo *epirogénico* u *orogénico*.

- *Diastrofismo epirogénico*. Es un movimiento vertical muy lento que provoca la formación de continentes y el hundimiento que da lugar a los océanos. El fenómeno fundamental en la epirogénesis es la *fractura* (figura 2.10).
- *Diastrofismo orogénico*. Son movimientos horizontales y rápidos, responsables de formar montañas.

Dependiendo de la elasticidad de las rocas, y de la compresión y tensión que puedan soportar, llegan a formar *plegamientos* o *fallas*. Estos pliegues pueden ser *anticlinales*, cuando las capas se encuentran elevadas o *sinclinales*, cuando las capas se inclinan hacia abajo y forman una depresión (figuras 2.11 y 2.12). Las fallas se originan por la ruptura de la corteza terrestre, formándose dos o más bloques dislocados por el movimiento de desplazamiento. A los bloques elevados se les llama *pilar* y los bloques que se hundieron se denominan *fosa*.



Figura 2.11
Plegamiento y Falla
de San Andrés en
California, E.U.A.

Figura 2.12
Sinclinal y
anticlinal

Los sismos o temblores son movimientos vibratorios de la corteza terrestre, a consecuencia de procesos geológicos, pueden ser de origen tectónico o volcánico. Los sismos se propagan a través de ondas sísmicas a partir de un punto de origen llamado foco o hipocentro, y la porción en la superficie del foco se llama epifoco o epicentro, que es en donde se percibe el temblor con mayor intensidad. La medición de los sismos se realiza empleando escalas de magnitud e intensidad, de las que existen dos tipos. La escala de Richter mide la energía liberada en el foco de un sismo; es una escala logarítmica con valores del 1 al 9, lo cual quiere decir que un temblor de escala 7 es 10 veces más intenso que uno de 6. La segunda escala es la de Mercalli, que mide los efectos de un sismo y los daños que ocasiona. Tiene valores de I a XII; la intensidad I corresponde a un sismo percibido por pocos, en tanto que los grados XI y XII se comparan con las medidas 8 y 9 en la escala de Richter. Las zonas sísmicas son tres:

1. *zona asísmica*, donde no se producen sismos;
2. *zona penisísmica*, donde se producen ocasionalmente (aunque algunos autores dividen esta zona en dos como se puede ver en la figura 11),
- 3) *zona sísmica*, donde continuamente se producen sismos. La distribución de estas zonas sísmicas está relacionada con los límites de las placas tectónicas y las zonas de vulcanismo activo (figura 2.13).

Vulcanismo

El vulcanismo es el fenómeno que consiste en la emisión de magma a la superficie terrestre a través de grietas o fisuras provocadas por el movimiento de las placas tectónicas. Los volcanes son conductos a través de los cuales sale magma, rocas fundidas y gases a altas temperaturas, procedentes del interior de la Tierra. La fuente desde donde se produce el magma se llama *cámara magmática*, ubicada por lo general a una profundidad mayor de 80 km. La *chimenea* es el conducto interno por donde fluye el magma hasta el *cráter*, que es la última porción de la chimenea y del *edificio* que se forma por la acumulación y enfriamiento de los materiales volcánicos expulsados (figura 2.14).

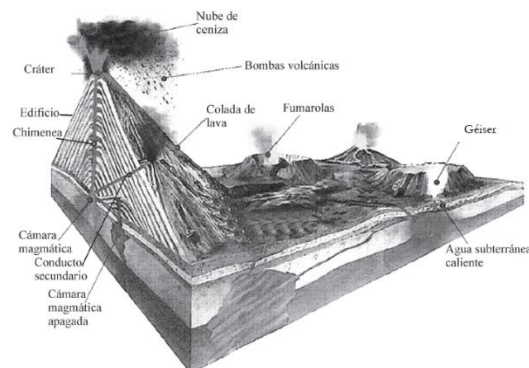


Figura 2.14
Partes de un volcán
incluyendo algunos fenómenos que también
son ocasionados por la
actividad volcánica.

Además de los volcanes existen otras manifestaciones volcánicas, entre las que sobresalen las fumarolas, los volcanes de lodo, los géiseres y las fuentes termales (figura 2.14).

- *Fumarolas*. Son gases expulsados por un volcán. Si la fumarola tiene una temperatura de entre 40 y 100° C y es rica en azufre, recibe el nombre de solfatara, y si es rica en dióxido de carbono y es más bien fría, se le llama mofeta.
- *Volcanes de lodo*. Los volcanes apagados o intermitentes, al hacer nuevamente erupción, arrojan vapor de agua que arrastra a la tierra acumulada en el cráter y en el cono, en forma de lodo.
- *Géiser*. Se produce al salir el vapor de agua y agua caliente del subsuelo de manera intermitente. Esta manifestación es de gran importancia, pues se aprovecha para la producción de energía eléctrica. A la generación de electricidad por esta vía se le denomina geotermia.
- *Fuentes termales*. Son manantiales de aguas calientes que contienen diversas sales y otros minerales, utilizadas con fines medicinales y recreativos.

3.3 Hidrosfera.

De todas las sustancias necesarias para la vida, tal y como la conocemos en la Tierra, el agua es la más importante, la más conocida y la más maravillosa. Y, sin embargo, la mayoría de la gente sabe muy poco de ella. *Thomas King*

El agua es la sustancia en la cual se originó la vida y en la que evolucionaron las especies de plantas y animales que más tarde colonizarían la tierra firme. Es también el recurso natural de mayor volumen y extensión en nuestro planeta, ya que ocupa 71% (es decir, tres cuartas partes del planeta) contra una cuarta parte (29%) de los continentes e islas, En realidad, el planeta Tierra se debería llamar Agua.



Además de ser formadora de suelos es una gran modeladora de la corteza terrestre capaz de crear valles, cañones y nivelar montañas. Determina en buen grado el clima y es un recurso imprescindible para la industria y la generación de energía eléctrica. No debemos olvidar que es el hábitat de numerosas especies de animales y plantas acuáticas y subacuáticas e indispensables para el hombre, ya que representa 70 % del total de masa en nuestro cuerpo. Básicamente estamos hechos de agua.

La palabra hidrosfera viene del griego *hydros* =agua y *sphaira* =esfera. Comprende las aguas de ríos, lagos, aguas subterráneas y glaciales (aguas continentales) y océanos (aguas marinas), que mantienen en conjunto una estrecha relación simbiótica a través del ciclo hidrológico.

3.3.1 Aguas oceánicas

Las aguas oceánicas están constituidas por los mares y océanos, que son grandes extensiones de agua almacenada en las depresiones de la corteza terrestre (llamadas cuencas oceánicas), que se encuentran rodeando a los continentes e islas. Los océanos contienen la mayor cantidad de agua del planeta (poco más de 97 %), en tanto que 2 % es el agua dulce de los continentes y 1 % corresponde al agua congelada de las zonas polares y montañas. De cualquier manera, estamos rodeados de agua, somos agua y ésta es vital para nuestro futuro.

El relieve submarino

Como ya habíamos visto, existen dos tipos de relieve: el relieve oceánico y el relieve submarino.

Se sabe poco sobre el relieve submarino; lo que más ha sido estudiado son las regiones más someras y a las que les llega la luz. El fondo submarino ha sido investigado de manera indirecta con el uso de radares y submarinos no tripulados y hasta ahora se han identificado algunas zonas del relieve, de acuerdo con su profundidad (figura 2.28).

1. *Plataforma continental*. Esta parte de la corteza oceánica no llega a más de 200 m de profundidad. Generalmente la luz llega hasta el fondo, por lo tanto, es rica en especies animales y vegetales y predomina la sedimentación de arenas.

2. *Talud continental*. Es una pared muy pronunciada que cae desde la plataforma continental (aprox. 200 m de profundidad), hasta la llanura abisal, que se encuentra a 2,000 o 3,000 m de profundidad.

3. *Llanura abisal*. La llanura abisal o cuenca oceánica es la menos estudiada, sin embargo, se cree que está conformada por enormes planicies, cordilleras submarinas (dorsales oceánicas), volcanes submarinos, fosas marinas o trincheras y fuentes hidrotermales o humeros, algo muy parecido al relieve continental.

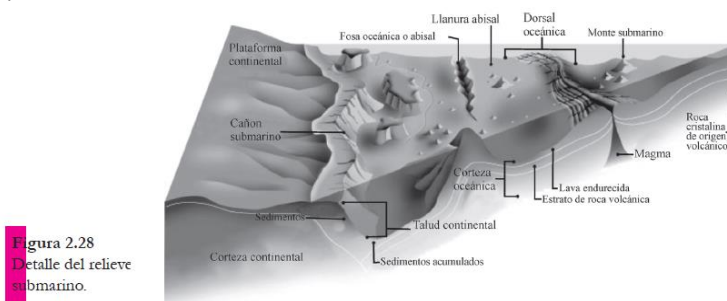


Figura 2.28
Detalle del relieve
submarino.

Características químicas de las aguas oceánicas

La composición química del agua marina depende de su salinidad, su clorinidad y su pH.

Salinidad. Es la característica más reconocible (por lo menos al paladar) del agua oceánica, cuya concentración media es de 35 g/l (tabla 2.7), pero varía debido a diferentes causas como la erosión, que transporta y deposita sustancias químicas y sales minerales en el océano. La evaporación es otra causa de la variación de las concentraciones de sal en el océano, por lo tanto, los mares que se encuentran en zonas con mayores temperaturas (en los trópicos) tienen una mayor concentración de sal. Sin embargo, en el Ecuador, cerca de los continentes, el agua tiene una menor concentración de sal debido al gran aporte de agua dulce de los ríos que son muy caudalosos en esa latitud, al igual que las aguas cercanas a los polos, por el aporte de agua dulce del deshielo (tabla 2.8).

Clorinidad. Es la cantidad total de gramos de cloro contenidas en cada litro de agua. La clorinidad permite calcular la salinidad con mayor precisión, ya que hay una relación directa entre ambas, *pH*.

Este término se refiere al “potencial de hidrógeno”, que indica la concentración de iones de hidrógeno y oxidrilos presentes en alguna sustancia, cuya variación le confiere a la sustancia alcalinidad o acidez. El pH del océano varía entre 7.5 y 8.4, es decir, es ligeramente alcalino. La variación del pH depende de la temperatura, porque si ésta aumenta, el pH disminuye y viceversa; también varía por la salinidad, por la presión o profundidad y por la actividad de los organismos. Esta propiedad del agua de mar es muy importante desde el punto de vista biológico, porque determina ciertos procesos

y fenómenos de los organismos marinos; por ejemplo, se ha comprobado que el pH de los océanos está relacionado con las migraciones de los animales marinos.

Estas propiedades químicas del agua del mar permiten seguir su curso y modificaciones a lo largo de miles de kilómetros, y así entender el desarrollo de muchas especies marinas, por lo que su conocimiento no sólo tiene un interés científico, sino que presenta una importancia práctica para el aprovechamiento de los recursos vivos del mar.

Cloruro de sodio	27.213 g/l
Cloruro de magnesio	3.807 g/l
Sulfato de magnesio	1.658 g/l
Sulfato de calcio	1.260 g/l
Sulfato de potasio	0.863 g/l
Carbonato de calcio	0.123 g/l
Bromuro de magnesio	0.076 g/l

Tabla 2.7
Principales sales
disueltas en el
océano.

Mar Báltico	0.2 g/l
Golfo de Botnia	3.5 g/l
Mar Mediterráneo	34 g/l
Promedio	35 g/l
Golfo Pérsico	41 g/l
Mar Rojo	42 g/l
Mar Caspio	150 g/l
Mar Muerto	200 L

Tabla 2.8
Variaciones de
salinidad.

Características físicas de las aguas oceánicas

Por contener sales, las características físicas de las aguas oceánicas son muy diferentes de las Aguas Temperadas. Las fuentes de calor del mar son: la *radiación solar*, la *condensación* del vapor de agua en el mar, el calor de la energía adquirida por *conducción*, originada en el interior del planeta, el calor producido por la energía cinética que se desprende de un cuerpo en movimiento y el calor originado por los procesos químicos y biológicos. La temperatura del mar varía dependiendo de la *profundidad* y la *latitud*. La temperatura disminuye desde el Ecuador hacia los polos y también disminuye a partir de la superficie hacia el fondo (tabla 2.9).

Densidad. La densidad está íntimamente relacionada con la cantidad de sales disueltas en el agua, es decir, es directamente proporcional, pues la densidad aumenta cuando aumenta la masa de sales por unidad de volúmenes de agua, pero es inversamente proporcional a la temperatura, porque si la temperatura aumenta, la densidad disminuye.

	Profundidad (metros)	Temperatura (° C)	Salinidad (g/l)
	0	26.44	37.45
	50	18.21	36.02
	100	13.44	35.34
	500	9.46	35.11
	1000	6.17	34.90
	1500	5.25	34.05

Tabla 2.9
Variaciones en
la salinidad y la
temperatura a causa
de la profundidad.

Color. El agua de los océanos regularmente es incolora. La gran variedad de tonalidades que podemos observar se debe a varios factores: 1) La *reflexión* y *refracción* de la luz; 2) la influencia del color del fondo marino; 3) los materiales disueltos en suspensión; y 4) la presencia de microorganismos.

Propagación del sonido. El sonido viaja con mayor rapidez en el agua (1400 a 1600 m/s) que en el aire (340 m/s). Esta propiedad también se ve afectada por la temperatura, la salinidad y la profundidad porque, al aumentar estos factores, la velocidad del sonido aumenta. La propagación del sonido en el agua tiene un gran interés científico y económico, porque mediante la emisión de ondas sonoras ha

sido posible trazar mapas del relieve oceánico, técnica que también se ha empleado para detectar objetos móviles como bancos de peces y submarinos.

CUESTIONARIO

Con base en el tema contesta las siguientes preguntas:

1. ¿Qué es hidrosfera y cuáles son los elementos que la integran?
2. Ocupa un porcentaje de 71 % en nuestro planeta.
3. ¿Cuál es el tipo de relieve que se presenta en el fondo de los océanos?
4. ¿Cuál es la primera zona del relieve submarino que comprende hasta 200 m de profundidad?
5. Es la zona intermedia entre el relieve submarino que puede llegar a tener hasta 3000 m de profundidad.
6. Es la zona más profunda del relieve submarino, tiene profundidades mayores a 6000 m.
7. ¿Cuáles son las principales diferencias de las propiedades fisicoquímicas de las aguas marinas y de las continentales?
8. ¿A qué se debe que unos océanos o mares presenten mayor concentración de sales que otros?
9. ¿Cuáles son los factores que determinan la temperatura del agua de los mares?
10. ¿En dónde se localizan las aguas marinas menos saladas y, por lo tanto, con menor densidad?
11. Si el agua es incolora, ¿por qué el mar tiene diferentes tonalidades?

Dinámica de las aguas oceánicas

Como ya vimos en temas anteriores, el movimiento del agua en el mar se debe a varios factores, entre los que se cuentan la influencia que ejercen el Sol y la Luna, así como el movimiento de rotación y traslación de la Tierra, la temperatura, las propiedades fisicoquímicas del agua marina y los vientos. Los movimientos más importantes de las aguas oceánicas son: las olas, las mareas, los maremotos y las corrientes marinas. A continuación se describen dichos movimientos:

1. *Olas*. Movimiento oscilatorio del mar ocasionado por el viento. La intensidad del oleaje depende de la fuerza del viento.
2. *Mareas*. Movimiento del mar ocasionado por la atracción gravitacional del Sol y la Luna. Estos movimientos son periódicos y cíclicos.
3. *Maremotos*. Son olas de gran tamaño y muy peligrosas si llegan a la costa, originadas por sismos en la corteza oceánica.

4. *Corrientes marinas*. Son los desplazamientos de masas de agua tanto a nivel superficial como a varios niveles de profundidad, se deben a diferentes factores como la temperatura, la densidad del agua, su salinidad y su ubicación latitudinal. La rotación de la Tierra condiciona la dirección de las corrientes, las cuales circulan de izquierda a derecha en el hemisferio norte y a la inversa en el hemisferio sur. Las corrientes tienen diferentes temperaturas, las cuales pueden ser cálidas o ecuatoriales y frías o polares; en consecuencia, tienen una influencia directa en el clima de los lugares por donde pasan. Entre las corrientes marinas más importantes se encuentran: Kuro Shivo, del Golfo, del Perú o de Humboldt y la del Niño (figura 2.29).

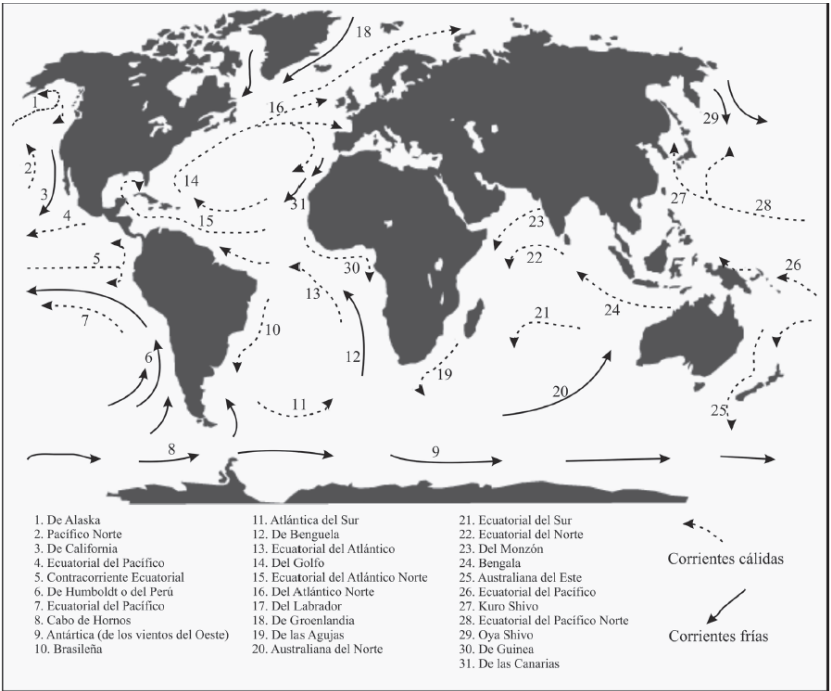


Figura 2.29
Corrientes marinas

Distribución de los océanos

Las aguas oceánicas se distribuyen de manera desigual. El hemisferio norte contiene la mayor parte de las tierras continentales del globo terráqueo; sin embargo, los mares ocupan 61% de su superficie. En el hemisferio sur, la proporción de agua es de 81% aproximadamente, pues las únicas tierras existentes son Australia, Nueva Zelanda, Islas del Pacífico, Sur de África y de América y el continente Antártico (tabla 2.10 y figura 2.30).

Tabla 2.10
Distribución de los océanos.

Océanos	Superficie (km²)	Profundidad media	Profundidad máxima
Pacífico	179,700,000	4,049 m	11,040 m (Fosa de las Marianas)
Atlántico	106,100,000	3,314 m	9,212 m (Fosa de Puerto Rico)
Índico	74,900,000	3,900 m	7,450 m (Fosa de Java)
Glaciar Ártico	14,060,000		2,600 m



Figura 2.30
Distribución de océanos, mares y golfos en el mundo.

3.3.2 Aguas continentales.

Las aguas continentales comprenden todos aquellos cuerpos de agua que se encuentran en el interior de los continentes y se caracterizan por su menor cantidad de sales disueltas respecto a las aguas oceánicas.

Existen dos tipos de aguas continentales: las lénticas y las lólicas:

1. *Aguas lénticas*. Son las aguas que están casi estancadas o con poco movimiento, (como las de lagos, pozas, estanques, humedales, etc.) y tienen bajos niveles de oxígeno.
2. *Aguas lólicas*. Son los cuerpos de agua que presentan corrientes como los ríos y los arroyos. Tienen un nivel más elevado de oxígeno que las aguas lénticas, debido a su movimiento.

Ríos

Los ríos, al igual que los lagos, son aguas superficiales que forman corrientes continuas que fluyen por su cauce y con un nivel de agua continuo durante todo el año (aguas lólicas). Su origen puede ser: freático (cuando nace de un manantial), lacustre (por el desagüe de un lago), pluvial (por las lluvias), glacial (por el deshielo de glaciares) o mixto (cuando se reúne más de uno de los tipos anteriores; por ejemplo, puede ser freático y pluvial). La última parte de un río se llama *desembocadura*, la cual puede ser en el mar, en un lago o en otro río (figuras 2.31 y 2.32).

El área drenada por los escurrimientos que desaguan en un mismo río desde su inicio hasta su desembocadura se llama *cuenca hidrográfica*, y al conjunto de cuencas que vierten sus aguas en un lago o mar se le llama *vertiente*.

Las vertientes pueden ser: *exorreicas* (son las que desembocan en el mar), *endorreicas* (cuando los ríos vierten sus aguas en otros ríos, en lagos o humedales y no en el mar) y *arreicas* (éstas no tienen escurrimiento superficial porque se localizan en zonas de suelos permeables y de clima seco, forman cuerpos de agua subterráneos como los de Cala Cala que proveen agua a la ciudad de Oruro). En un río se pueden diferenciar varias de sus partes: *la ribera*, *el fondo o lecho* y *el cauce*.

Lagos

Los lagos también son cuerpos de aguas superficiales, aunque de tipo léntico, es decir, son aguas de flujo lento que se encuentran en depresiones continentales llamadas cuencas lacustres (tabla 2.13, figura 2.33).

Los lagos se pueden clasificar como de recepción, de transmisión o emisión. Los *lagos de recepción* son los que reciben el agua de uno o varios ríos. Los *lagos de transmisión* son los que reciben el agua

pero también desaguan formando una nueva corriente (río). Un *lago de emisión* es aquel que forma una corriente fluvial.

Por su origen pueden ser: tectónicos (se originan en fosas tectónicas), volcánicos (en cráteres apagados de volcanes), glaciales (se originan por la erosión de los hielos que excavan grandes depresiones) o kársticos (se forman en las zonas calcáreas por el derrumbe del techo de un río subterráneo).

Glaciares

Los glaciares son las masas de hielo acumulada en las regiones elevadas (como los volcanes) y en latitudes altas, a consecuencia de las bajas temperaturas que allí imperan. Los glaciares se forman en áreas donde se acumula más nieve en invierno de la que pueda fundirse durante el verano. Se podría decir que son ríos de hielo, los cuales cubren aproximadamente 10 % de la superficie terrestre y contienen 33 millones de km³ de agua dulce (figura 2.35).



Figura 2.35
Glaciares de la
Antártida

Ciclo del agua y balance hídrico

Una vez que hemos estudiado las diversas características fisicoquímicas del agua, su particularidad y comportamiento como **hidromasa** en constante movimiento, ya sea como aguas oceánicas, como aguas superficiales o como aguas subterráneas, su capacidad modeladora del paisaje, fuente inagotable y en equilibrio continuo, resulta imprescindible ahora explicar su papel como sistema circulatorio continuo de gran escala, esto es, estudiar el ciclo hidrológico. Este proceso comprende fenómenos como la evaporación, la condensación, la precipitación, el escurrimiento y la infiltración (figura 2.36).

El ciclo hidrológico es un sistema cerrado en el que, debido a diferentes procesos físicos, el agua se mueve entre la superficie terrestre y la atmósfera en tiempos variables y en cantidad constante, lo que se conoce como *balance hídrico*. En otras palabras, el agua que se evapora de los océanos debe ser la misma cantidad que la que regresa por evaporación y escurrimientos de las aguas continentales.

1. *Evaporación*. Este proceso se inicia cuando la radiación solar ocasiona que el agua superficial se evapore. La cantidad de agua que se evapora no es la misma en todas las regiones, pues depende de la temperatura del agua y de la latitud en donde se encuentren los cuerpos de agua. Se calcula que cada año se evapora alrededor de 395,000 km³ de agua de los océanos.

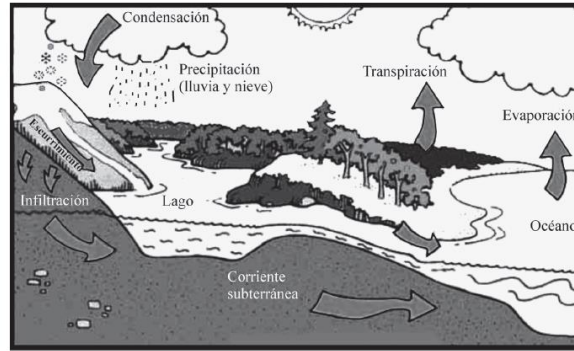
2. *Condensación*. Una vez que el agua se evaporó, el viento se encarga de transportarla y cuando dicho vapor se encuentra con diminutas partículas de polvo, se une a éstas formando pequeñísimas gotas de agua visibles para nosotros en forma de nubes.

3. *Precipitación*. Cuando las nubes llegan a su punto de saturación, es decir, la mayor cantidad de agua que puede sostener el aire a cierta temperatura, y ésta desciende, entonces se produce la lluvia o precipitación. Si la temperatura es muy baja, entonces las gotas de agua se transforman en nieve o granizo.

4. *Escurrecimiento*. Casi toda el agua que cae por la lluvia, nevadas, heladas o granizadas, escurre hasta llegar a los ríos o arroyos y posteriormente al mar.

5. *Infiltración*. Otra parte del agua que cae y no escurre, se filtra al interior del suelo aumentando así el volumen de los cuerpos de agua subterráneos.

Figura 2.36
Ciclo hidrológico.



3.4 Atmosfera.

La atmósfera es una envoltura gaseosa que forma una capa de varios kilómetros de altura; rodea a la Tierra y se encuentra unida a ésta por la atracción gravitacional. Empezó a formarse hace unos 4,600 millones de años con el mismo nacimiento del planeta, careciendo al principio de oxígeno (O_2). Su transformación tuvo lugar hace unos 2,000 millones de años, cuando inició la actividad fotosintética de las plantas, generadora de oxígeno y ozono, y fue hasta hace unos 1,000 años cuando la atmósfera llegó a tener una composición similar a la actual. Esta envoltura es una mezcla de gases, vapor de agua, partículas de polvo, hollín y otros elementos que varían dependiendo del lugar y de otros factores. La atmósfera funciona como un escudo o barrera que protege a nuestro planeta de los meteoritos y absorbe parte de la radiación solar ultravioleta (RSUV), de tal manera que se atenúan las diferencias de la temperatura entre el día y la noche.



3.4.1 Estructura de la atmósfera

La composición, concentración de gases, vapor de agua y partículas en suspensión de la atmósfera está determinada por la altura y el lugar. Los elementos que se encuentran en mayor cantidad en la atmósfera son: nitrógeno (78%), oxígeno (20.9%), bióxido de carbono (0.03%), argón (0.094%), gases raros (neón, helio, criptón, xenón, radón) (0.002%) e hidrógeno (0.00005%).

El nitrógeno es esencial en los compuestos solubles y químicamente reactivos para que las plantas formen proteínas. El oxígeno es indispensable para el desarrollo de la vida, en tanto que el bióxido de carbono es consumido por las plantas para que produzcan oxígeno y carbohidratos.

Las características químicas de la atmósfera son:

1. Oxidante. Debido a que la atmósfera contiene oxígeno, produce reacciones de oxidación y combustión.

2. Comburente. También es una característica atribuible al oxígeno; el aire es comburente porque mantiene la combustión y es combustible porque contiene gases que pueden arder, como el hidrógeno.

Capas de la atmósfera

La composición de la atmósfera no es uniforme, sino que está conformada por diferentes capas que se caracterizan por su temperatura y composición química. Estas capas actúan como filtros de las radiaciones solares y cada una tiene una función específica.

Las capas son en orden ascendente, es decir, desde la Tierra hacia arriba: troposfera, estratosfera, mesosfera o termosfera, ionosfera y exosfera (figura 2.37).

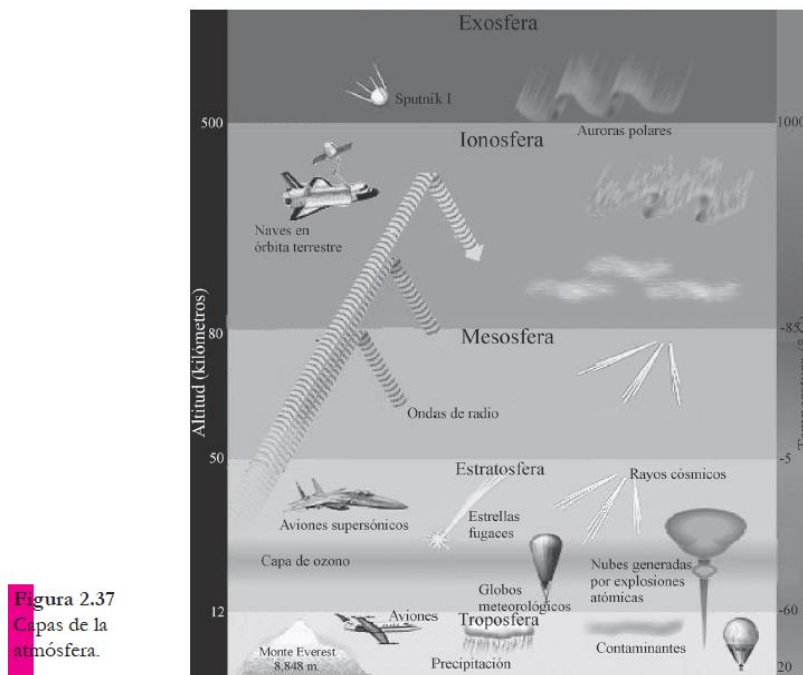


Figura 2.37
Capas de la atmósfera.

Troposfera

Esta capa se encuentra en contacto con la superficie terrestre; sus principales características son:

- Es la capa con la mayor densidad, ya que en ésta se acumulan tres cuartas partes del aire atmosférico y las dos terceras parte del peso total de la atmósfera.
- En esta capa la temperatura disminuye con la altura a un promedio de $6^{\circ}\text{C}/\text{km}^2$.
- Tiene un espesor de entre 8 y 9 km en las zonas polares y en la zona ecuatorial llega a 16 km. La altura media es de 12 km.
- Es un estrato en el cual ocurren movimientos convectivos por el calentamiento de las capas bajas del aire.
- Contiene la mayor cantidad de vapor de agua de la atmósfera.
- En ésta se producen los fenómenos meteorológicos.
- Se localiza la “zona de vida”, es decir, la biosfera o ecosfera, desde los 0 m hasta los 4 km de altura.

La zona de transición entre la troposfera y el siguiente estrato, la estratosfera, se denomina tropopausa. Se caracteriza porque el aire está en calma y la temperatura permanece constante.

Estratosfera

Esta es la segunda capa después de la troposfera y tiene las siguientes características:

- Es una capa un tanto estable con escaso movimiento vertical o convectivo.
- No hay fenómenos meteorológicos en esta capa debido a que no hay vapor de agua.
- Tiene una baja concentración de oxígeno

d) En este estrato se encuentra la capa de ozono, que tiene la propiedad de absorber los rayos ultravioleta, por lo que incrementa la temperatura.

e) Es una zona excelente para la navegación aérea, debido a la buena visibilidad.

Entre la estratosfera y la mesosfera también hay una zona de transición llamada estratopausa.

Mesosfera

Este estrato se ubica entre los 85 y 120 km de altura y sus características son:

a) Tiene muy baja densidad, sin embargo, puede desintegrar a la mayoría de meteoritos que penetran las capas más altas de la atmósfera.

b) Su temperatura es muy baja, pues en la parte más alta llega a -110°C .

c) En esta capa se llevan a cabo numerosas reacciones químicas y transformaciones energéticas, lo cual provoca emisiones luminosas llamadas luminiscencia atmosférica.

A partir de la mesosfera la composición química de la atmósfera cambia. A esta zona de transición se le llama mesopausa.

Ionosfera

Esta capa también es llamada termosfera y sus características son:

a) Tiene menor densidad y, por lo tanto, los rayos ultravioleta tienen una mayor influencia, como resultado de que los átomos de oxígeno y de nitrógeno pierden un electrón y se convierten en iones positivos.

b) Su nombre deriva del proceso de ionización de los gases que la componen.

c) La presencia de iones y electrones influye en la propagación de las ondas radioeléctricas, lo que hace posible la recepción de onda corta.

d) En este estrato también se forman las auroras boreales.

e) Se le llama también termosfera por las altas temperaturas –que llegan a ser superiores a 1000°C – a consecuencia del impacto de la radiación solar de onda corta.

Después de ionosfera se encuentra la exosfera, la última capa que compone a la atmósfera terrestre y que se encuentra en contacto con el espacio. Sus características más importantes son:

a) Está compuesta principalmente por helio e hidrógeno.

b) El aire está tan enrarecido que una partícula puede recorrer 100 km sin entrar en contacto con otras.

c) Debido a la distancia con la Tierra, algunas partículas escapan al espacio como consecuencia de la débil atracción terrestre.

d) Es aquí donde se encuentra la magnetosfera, que forma una especie de paraguas gigantesco que protege al planeta de las radiaciones del viento solar, filtrando las fulguraciones electromagnéticas.

e) En esta capa también se localizan los satélites artificiales usados para las telecomunicaciones.

3.4.2 Tiempo atmosférico.

El tiempo atmosférico o meteorológico corresponde a las condiciones de la atmósfera que se presentan en un lugar y un momento determinados, es decir, es transitorio y sólo se aplica al momento de la observación. Los elementos atmosféricos relacionados entre sí para producir el estado del tiempo son: la temperatura, la presión atmosférica, los vientos y la humedad.

Clima

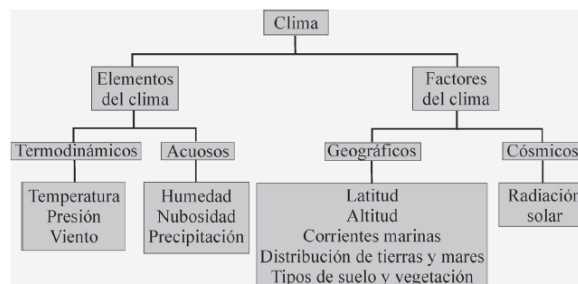
El clima, según Julius Hann, se define como el promedio de los estados del tiempo que influyen en una región determinada y se observan durante un periodo suficientemente largo (mínimo de cinco años) para que los datos sean confiables.

En otras palabras, es la consecuencia de la interacción de los fenómenos meteorológicos, factores geográficos y cósmicos que caracterizan a la atmósfera durante un lapso específico de tiempo de observaciones meteorológicas.

Para poder hacer un estudio del clima de una localidad se requiere analizar elementos tales como temperatura, presión, viento, humedad, nubosidad y precipitación, aunque también hay otros factores que influyen directamente sobre el clima, como son la latitud, la altitud, la radiación solar, las corrientes marinas, la distribución de tierras y mares y los tipos de suelo y vegetación (esquema 2.1).

Para poder estudiarlos con mayor exactitud, primero se abordarán por separado los elementos que integran el clima, así como los instrumentos de medición que se emplean para cada elemento y después los factores que modifican el clima.

Esquema 2.1
Elementos que integran el clima y factores que lo modifican.



Elementos del clima e instrumentos de medición

Los elementos y factores del clima son los que determinan el comportamiento e influencia de la atmósfera en los fenómenos físicos, biológicos y humanos del paisaje. Todos estos elementos se pueden medir utilizando instrumentos que permiten hacer una predicción de los fenómenos que repercuten en las actividades humanas como los huracanes, las heladas, los tornados, etc., y, de esta manera, tomar las medidas necesarias para evitar daños.

Clasificación climática de Köppen

Vladimir Köppen (1846-1940) propuso unificar criterios y elaborar una sola clasificación mundial de los climas, utilizando como base los elementos climáticos: de la temperatura y la precipitación, además del factor vegetación. Para ello, propuso una simbología que emplea letras que señalan sus características particulares. Existen cinco zonas climáticas o grupos climáticos establecidos internacionalmente y basados en la temperatura (tabla 2.14).

Clima	Temperatura		Precipitación	
Zona	Símbolo	Mes más caliente	Mes más frío	Media anual (mm)
Tropical	A	>a 18° C	>a 18° C	>de 750
Seca	B	Amplia oscilación térmica, diaria y anual		<de 200
Templada	C	>a 18° C	>a 0° C	>de 600
Fría	D	>a 10° C	<a 0° C	<de 750
Polar	E	<a 10° C	<a 0° C	Muy escasa

Tabla 2.14
Zonas climáticas o grupos climáticos.

Las subdivisiones dependen de características específicas adicionales y se expresan en minúsculas (tabla 2.16, además de combinarse definiendo muchos tipos de climas diferentes (tabla 2.17).

Símbolo	Especificaciones	Observaciones
A	La temperatura media del mes más calido supera los 22° C	Sólo para climas tipo C y D
B	La temperatura media del mes más calido es inferior a 22° C	Sólo para climas tipo C y D
C	La temperatura media del mes más frío es inferior a -38° C	Sólo para climas tipo D
H	La temperatura media anual es superior a 18° C	Sólo para climas tipo B
K	La temperatura media anual es inferior a 18° C	Sólo para climas tipo B

Tabla 2.16
Subdivisiones climáticas.

Tabla 2.17
Principales combinaciones de tipos de climas.

Símbolo	Clima	Vegetación	Localización
Af	Ecuatorial o tropical con lluvias todo el año	Selva o Bosque tropical lluvioso	Cuenca del Amazonas y del Congo, Golfo de Guinea, Malasia.
Am	Monzónico o tropical con lluvias de monzón (invierno)	Bosque tropical	Sur de Asia, China y Japón, Este de la India, Birmania, Tailandia y Vietnam.
Aw	Tropical con lluvias en verano	Sabana	Venezuela, Colombia, Brasil, África Central.
BS	Estepario o seco estepario con lluvias irregulares	Estepa	Praderas del centro de EUA, pampa argentina, estepas ucranianas, zonas que rodean los desiertos.
BW	Desértico o seco desértico sin lluvias	Desierto	Desierto del Sahara, Arabia, Kalahari, Atacama, Arizona, Nuevo México.
Cf	Templado con lluvias todo el año	Bosque mixto	Noroeste de EUA, oeste de Canadá, centro y oeste de Europa, Nueva Zelanda y Japón.
Cs	Templado con lluvias en invierno	Matorrales	Cuenca del Mediterráneo, suroeste de Australia.
Cw	Templado con lluvias en verano	Bosque mixto	Sureste de EUA, este de Argentina, oeste de Europa.
Df	Templado frío con lluvias todo el año	Taiga o floresta	Alaska, centro de Canadá, oeste de Rusia, Suecia, Noruega, Finlandia y Siberia.
Dw	Templado frío con lluvias en verano	Bosque de coníferas	Noreste de China, este de Siberia.
ET	Polar de tundra	Tundra	Norte de Alaska y Canadá, norte de Suecia, Noruega y Finlandia.
EB	Polar de alta montaña	Alta montaña	Sierra de las Rocasaltas, los Andes, el Himalaya, Cáucaso y los Alpes.
EF	Polar de hielos perpetuos	Sin vegetación	Groenlandia, Antártida, zonas polares.

Estos son algunos ejemplos, pero como el clima tiene muchas variantes en función de sus subdivisiones, entonces cada tipo de clima se expresa con tres letras.

3.5 Biosfera.

La vida en la Tierra se desarrolla y ha evolucionado en una capa de tan sólo unos cuantos kilómetros de espesor. A esta delgada, dinámica y frágil capa que envuelve la superficie de nuestro planeta se le denomina biosfera (la esfera de la vida) o ecósfera (nuestra casa). Es aquí en donde se interrelacionan, de manera compleja, los procesos químicos, físicos y biológicos derivados de la estrecha relación entre la capa superficial de la litosfera (las rocas y los suelos), la hidrosfera (los mares, ríos y océanos) y la atmósfera (los fenómenos meteorológicos y los climas). También se le denomina *epidermis de la Tierra*, es decir, la delgada piel que cubre a nuestro planeta, en donde habitamos como una especie más, ejerciendo en ella un papel importante en su transformación a través de las actividades que realizamos para producir nuestros bienes y satisfacer nuestras necesidades. De allí que la biosfera o ecósfera sea de singular importancia para nosotros y para el futuro de nuestra especie.

Es en esta epidermis en donde la energía solar se constituye como el motor esencial del mantenimiento de la vida, al producir la **fotosíntesis** y regular el ciclo del oxígeno, pues sin estos procesos no existiríamos junto con los otros organismos que habitan el planeta. Además, la distribución de los organismos vivos en el planeta es diferenciada y desigual debido a los muy diversos factores y fenómenos que hemos estudiado en la Unidad I y a lo largo de esta unidad.

El clima juega un papel fundamental como síntesis de estos factores y fenómenos, pues organiza espacial y temporalmente la estructura y función de los ecosistemas y los paisajes que resultan de la biodiversidad.



La biogeografía es una especialidad científica que estudia la organización espaciotemporal y la dinámica de los seres vivos que habitan los paisajes y conforman los ecosistemas. Estos últimos son un modelo utilizado por los biólogos y ecólogos para explicar la cadena de relaciones que se establece, en un lugar dado, entre los seres vivos y su medio. La biogeografía permite entender la organización espacial de los seres vivos en relación con su medio desde dos puntos de vista, enfoques o aproximaciones, principalmente. El primero aborda el estudio de la distribución en el planeta de las especies en forma aislada. Así, es posible entender cómo y por qué los individuos de una misma especie (vegetal o animal) se organizan en **comunidades** localizadas en ciertas regiones y no en otras. Un ejemplo sería la distribución del jaguar, felino que requiere de condiciones naturales específicas para poder sobrevivir. Otro caso sería el de las diversas variedades de árboles de pino que conforman comunidades vegetales (pinares) en ciertas áreas, bajo condiciones propicias para que se desarrollen como tales.

El segundo enfoque que utiliza la biogeografía, con la ayuda de la biología, la ecología y la geografía, es el estudio de la organización espacial y el funcionamiento de las comunidades de seres vivos, incluyendo a las especies vegetales y animales así como las de microorganismos, en relación con los requerimientos que les provee el medio físico (rocas, suelos, relieve, climas, etc.). Dichas comunidades tienen una distribución en la escala global conformando grandes regiones biogeográficas o biomas.

Finalmente, la biogeografía resulta de gran utilidad para conocer la evolución e historia de los organismos vivos en relación con su medio. Esto permite reconocer los impactos que ha generado el hombre en el paisaje y, por lo tanto, predecir las consecuencias económicas, sociales y ecológicas que se puedan derivar de dichos cambios en el futuro. Conocer la velocidad del deterioro de nuestros recursos naturales resulta fundamental para prevenir desastres en todas las escalas: local, regional y mundial. Aunado a esto, el conocimiento del grado de disturbio o afectación de los biomas nos permite diseñar estrategias y políticas para revertir sus posibles efectos en el futuro cercano. De allí la importancia de la biogeografía y del estudio de los componentes biofísicos del paisaje, tal y como lo hemos hecho a lo largo de esta unidad.

Algo que es sumamente importante dejar por sentado, antes de pasar al siguiente inciso, es reconocer que el cambio es consustancial al planeta Tierra que, a lo largo de sus miles de millones de años de historia, ha experimentado cambios más intensos de los que se viven hoy. De hecho, muchos de los cambios que han sucedido en la biosfera o ecósfera en el pasado han sido provocados por otros organismos. Tal es el caso, por ejemplo, del papel que jugaron las bacterias que, debido a su capacidad de producir la fotosíntesis, permitieron el cambio paulatino de una atmósfera pobre en oxígeno y con una alta **irradiación ultravioleta**, a otra en donde la biosfera se vio envuelta por una atmósfera con

21% de oxígeno y con una capa de ozono que frena la entrada de los rayos ultravioleta. Sin embargo, los cambios que hoy se viven de manera acelerada y riesgosa para nuestra propia existencia han sido provocados por otra especie, la humana, que ha dejado profundas huellas en su paso por la Tierra. Por ello, es muy importante estudiar las transformaciones que hemos hecho a nuestra casa (ecósfera) mediante el análisis de los cambios generados en sus regiones naturales.

3.5.1 Relación clima-suelo-vegetación

Tres son los factores que nos ayudan a explicar la distribución de las regiones naturales o biomas en el mundo, debido a que éstos sintetizan las relaciones críticas entre el medio abiótico (clima, suelo, etc.) con el medio biótico (organismos vivos), esto es, la relación entre el clima, el suelo y la vegetación. Así, es posible afirmar que los tipos de vegetación son el resultado del clima dominante a lo largo del tiempo en un área determinada, y que los suelos sostienen a estos tipos de vegetación al ser los medios que proveen los nutrientes necesarios para su existencia y desarrollo. La desigual distribución de los climas y los suelos en el planeta ha dado lugar a las regiones naturales, en donde los tipos de vegetación se expresan como la síntesis de estas complejas relaciones.

Por región natural se entiende un área bien definida por sus características biofísicas y ecológicas, la cual se diferencia de sus áreas vecinas. Las características biofísicas y ecológicas más relevantes de una región natural están definidas por el clima y el ciclo del agua que allí prevalece, sus características hidrológicas, el tipo de relieve, la **litología** superficial y los suelos que sobre ésta se desarrollan y que permiten el sostenimiento de la flora y la fauna.

La flora del área andina de Bolivia según Gastó et al. (1991) que describe a continuación de acuerdo los tipos de praderas en función a las áreas ecológicas del país adjuntando en tres provincias de pastizales.

En base a la composición de la flora andina la clasificación por Eco regiones de acuerdo a las provincias de pastizales del reino seco y reino templado se hace necesario su estudio.

En la siguiente descripción se presenta una lista por provincia de pastizales de los principales tipos de CANAPAS y de las especies vegetales que las caracterizan (Alzerreca, 1992).

3.5.2 Principales tipos de praderas zona Andina de Bolivia.

TIPOS DE PRADERA, GENEROS Y ESPECIES REPRESENTATIVAS

PROVINCIAS DE PASTIZALES DE: TUNDRA NORMAL-ALTOANDINO

ESTEPA INTERANDINA-ALTIPLANO

ESTEPA TRANSICIONAL TITICACA

DESIERTO MUY FRIO DE ALTURA

- 1) Bofedales: *Distichia muscoides*, *Oxichloe andina*, *Plantago tubosa*, *Carex spp.*, *Ranunculus sp*
- 2) Chillihuales: *Festuca dolichophylla*, *lachemia pinnata*, *Trifolium amabile*.
- 3) Pajonales de Iru ichu: *Festuca orthophylla*, *stipa spp*, *Calamagrostis spp*.
- 4) Tholares: *Parastrephia sp*, *Baccharis spp.*, *Senecio spp.*, *Adesmia spp*, *Fabiana densa*.
- 5) Pajonales de Ichu: *Stipa ichu*, *Stipa spp.*, *Erodium cicutarum*, *Aristida spp*.
- 6) Tholar-pajonal: *Parastrephia spp.*, *Baccharis spp.*, *Festuca spp.*, *Stipa spp.*, *Nacella spp*
- 7) Matorrales de polylepis: *Polylepis tomentella*, *P. Tarapacana*, *Stipa spp.*, *Festuca spp*.

- 8) Pajonales de kheña: *Calamagrostis vicunarum*, *C.curvula*, *C.heterophylla*.
- 9) Gramadales: *Distichia humilis*, *Muhlenbergia fastigiata*.
- 10) Arbustales de Kauchi: *Suaeda foliosa*, *Atriplex cristata*, *Salicornia peruviana*, *Distichia humilis*.
- 11) Totorales: *Schenoplectus califormis* var. *tatora*, *Rupia filifolia*.

PROVINCIA DE PASTIZALES DE: ESTEPA FRIA COCHABAMBA ESTEPA INTERANDINA CALIDA

TEMPLADO ANDINO.

- 1) **Sehuencales:** *Cortaderia atacamensis*, *C.selloana*, *Imperata contracta*.
- 2) **Arbustal de Chacatea:** *Dodonaea viscosa*, *Lippia boliviana*.
- 3) **Churquial:** *Prosopis ferox*, *Acacia feddeana*.
- 4) **Chaparral de Acacia:** *Acacia macrantha*, *Prosopis andicola*.
- 5) **Herbaceal de Viguiera:** *Viguiera lanceolata*, *Prosopis andicola*.

PROVINCIA DE PASTIZALES DE: CALIDO PERICHAQUEÑO ESTEPA CHAQUEÑA

- 1) **Choroquetal:** *Rupretchia triflora*, *Acacia paniculata*, *Setaria pampeana*, *Chorisia insignis*.
- 2) **Sabana arbolada:** *Aristida circinalis*, *Setaria pampeana*, *Harrisia guelichi*, *Capparis retusa*.
- 3) **Sabana raso:** *Aristida circinalis*, *Croton charaguensis*, *Harrisia guelichi*, *Bromelia serra*.

3.5.3 Regiones biogeográficas.

Las regiones biogeográficas son grandes áreas distribuidas a lo largo y ancho de los continentes de nuestro planeta y que se definen en función del tipo de organismos vivos (plantas, animales y microorganismos) que en ellas coexisten. Tanto las plantas como los animales y ciertos microorganismos tienen limitantes para su dispersión, lo cual afecta la distribución geográfica de las especies.

Estos grandes biomas expresan también el resultado de la historia geológica y de la deriva continental, además de la historia climática del planeta y de sus diversas regiones. De la misma manera, permiten explicar la evolución de las especies en determinados paisajes y nichos ecológicos.

La identificación de dichos biomas permite explicar la distribución de la biodiversidad planetaria.

Los factores que definen la distribución o delimitación de las regiones biogeográficas son de dos tipos: los *factores extrínsecos* y los *factores intrínsecos*.

– *Factores extrínsecos*. Condicionan la distribución espacial de las especies y su dispersión. Entre estos se encuentran los de carácter geográfico, edáfico, climático, biótico y humano.

Factores geográficos. Están determinados por la forma y movimientos de la Tierra como planeta, así como por la distribución de los continentes, océanos y mares, además de otros como son el relieve, latitud, altitud e hidrología.

Factores edáficos. Comprenden la génesis, desarrollo y estructura o composición de los suelos, al ser éstos los factores básicos de sostenimiento y desarrollo de las plantas y el medio en donde habitan un sinnúmero de microorganismos cuyo papel es esencial para la vida.

Factores climáticos. Permiten el desarrollo del ciclo biológico de plantas y animales. Comprenden la temperatura, la precipitación, la humedad, la luz (o el efecto invernadero) y el régimen de vientos y nubes, además de los ciclos del carbono, del nitrógeno y del azufre.

Factores bióticos. Están vinculados con las interrelaciones entre los organismos vivos, de cuya interdependencia depende su distribución.

Factores humanos. Tales como el ensanchamiento de la diversidad agrícola en el mundo, la transformación de las regiones biogeográficas debido al aprovechamiento de sus recursos, la dispersión (benigna y nociva) de especies exóticas en las regiones biogeográficas y la extinción de especies vegetales y animales, además de la contaminación y degradación del medio natural, regiones biogeográficas, ecosistemas y paisajes que constituyen la totalidad de nuestro planeta.

– *Factores intrínsecos.* Son inherentes a las características de cada especie y le permiten su sobrevivencia e interdependencia con otras especies y con el medio en donde habitan (ecosistemas y paisajes). Entre estos factores sobresalen la morfología de los organismos, su ciclo de vida y formas de reproducción, su antigüedad en el medio en que habitan y su tolerancia ecológica, es decir, su capacidad de competencia y sobrevivencia con otros organismos o especies.

El conjunto de estos factores permite reconocer que la vida es parte central del funcionamiento de la biosfera o ecósfera (de nuestra casa) y, por consiguiente, de las regiones biogeográficas, pues todos en conjunto y de manera articulada alteran la composición gaseosa de la atmósfera afectando el clima y participan en el reciclado de materiales necesarios para mantener los ciclos del agua y de los organismos y el medio en donde habitan.

Los ciclos de los elementos

Los principales elementos que constituyen los tejidos vivos de los organismos y que integran 95% de la biosfera son el carbono (C), el hidrógeno (H), el oxígeno (O), el nitrógeno (N), el fósforo (P) y el azufre (S). Resulta importante conocerlos, ya que se han modificado de manera considerable, como resultado de las actividades humanas a nivel global.

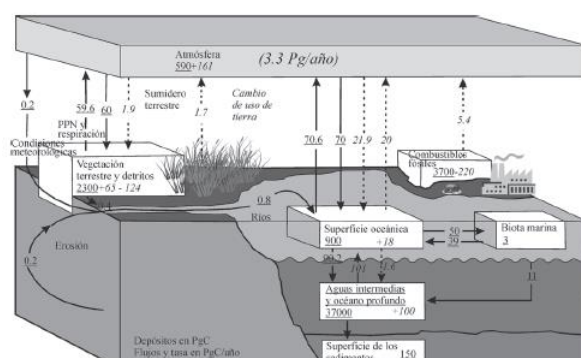


Figura 2.48
El ciclo del carbono

CAPTITULO 4 METODOS DE HISTORIA A LA GEOGRAFIA

4.1 Importancia de la Geografía.

La geografía es una disciplina científica cuyo origen se remonta a la historia misma de la humanidad.

Desde que el hombre ha tenido conciencia de sí mismo y del entorno que lo rodea se ha hecho preguntas, tales como: ¿En dónde estoy? ¿De dónde vengo? ¿Hacia a dónde me dirijo? ¿Qué hay a mí alrededor? ¿Qué tengo que realizar para subsistir? ¿Cómo me cobijo?

Dichas preguntas, y muchas otras más, han sido respondidas de muy diversas maneras y de acuerdo con las formas de organización y estilos de vida de las sociedades que han habitado con nuestro planeta. En ello ha influido el lugar y el momento en que se han formulado estas preguntas, el idioma utilizado para comunicar los descubrimientos y sus formas de representación, las creencias e interpretaciones sobre la naturaleza y el papel del hombre en ésta, así como las formas de contemplación, observación, análisis, experimentación y las actividades que se han realizado para que los humanos lograran sobrevivir biológica y socialmente a lo largo de cientos de miles de años.

De esta manera se han desarrollado muchos tipos de geografías que comprenden desde las elaboradas por los grupos de cazadores-recolectores, los pueblos agrícolas y las sociedades pre-industriales, hasta las modernas sociedades urbanas basadas en el desarrollo y aplicación de sofisticadas tecnologías. A pesar de las variadas formas de interpretar y describir los hechos y fenómenos geográficos, todas estas formas de explicación del mundo que nos rodea han tenido un denominador común: el aprender a sobrevivir adaptándonos a una naturaleza compleja, caprichosa, sorpresiva e incierta. Esto es, reconocer las causas de dicha complejidad, las interrelaciones de los factores y procesos que la producen y el lugar y el momento en donde se verifican.

Sin embargo, fue hasta el siglo xix cuando se formalizó el pensamiento geográfico como una ciencia, esto es, la ciencia geográfica. El desarrollo de esta nueva manera de hacer geografía requirió una lenta acumulación de saberes y experiencias sobre nuestro planeta, sus múltiples lugares, el papel que jugamos en cada uno de estos lugares y cómo hemos aprendido a vivir en ellos. El esfuerzo de síntesis logrado por personalidades de la talla de Alexander von Humboldt y de Karl Ritter permitió estructurar a la geografía como una ciencia con teoría y metodología propia, cuyos objetivos delinearon con precisión sus límites, enfoques y aplicaciones. De ello hablaremos más adelante con detenimiento.

Como fundamento principal, la geografía estudia la relación indisoluble entre el hombre y la naturaleza y, por ello, analiza las huellas que han dejado las sociedades a lo largo de su paso por la Tierra. Por lo tanto, la geografía es una ciencia de **síntesis** que intenta explicar cómo las distintas sociedades, pueblos y civilizaciones han alterado los **paisajes** que han habitado para su aprovechamiento y cuáles han sido las consecuencias de dichas modificaciones en su entorno y a nivel global.

Las premisas básicas que fundan a la ciencia geográfica son:

Que la historia del hombre se ha desplegado en la naturaleza, es decir, a lo largo y ancho de nuestro complejo planeta (y solamente allí, hasta hoy), y Que el carácter singular del hombre –considerado como una especie biológica más (la especie humana) pero dotado de un potente cerebro que le ha permitido darle sentido a su vida como ser social a través de la memoria–, le ha otorgado una capacidad única para habitar el planeta, adaptándose a sus variadas condiciones naturales y modificando su entorno desde que tiene conciencia de sí mismo y del lugar en donde habita.

Esta doble condición del humano (como especie biológica y como ser social) resulta fundamental en el estudio geográfico, pues reconoce que él es tanto un resultado de la historia de la naturaleza como un modificador más o menos consciente de ella. Por otro lado y hasta hace muy poco:

La naturaleza ha sido capaz de adaptarse a los cambios promovidos por el hombre, aunque esto tiende a revertirse a partir de la segunda mitad del siglo XIX, debido a la sobreexplotación de los recursos naturales y el ya insostenible manejo de sus paisajes.

La domesticación de plantas y animales y la humanización de los paisajes naturales mediante el trabajo creativo y creador del hombre son el resultado de esta estrecha e insustituible relación naturaleza-cultura-sociedad. De hecho, a principios del siglo xxi ya no es posible distinguir grandes áreas con una naturaleza virgen, pues el hombre la ha modificado casi en su totalidad, incluyendo áreas tan hostiles para vivir como son los polos, el monte Everest o los desiertos más áridos como el Atacama Chile. Es por esta razón que a la capa o **epidermis** que envuelve a la Tierra en donde se desarrolla la vida se le empieza a denominar como antroposfera en lugar de ecósfera, como se le denominó durante el siglo XX. La domesticación de especies y paisajes, la construcción de ciudades e infraestructura, los problemas ecológicos relacionados con el mal aprovechamiento de los recursos naturales y los cambios climáticos provocados por la sobreexplotación de éstos, son, sin duda alguna, consecuencias positivas y negativas de la huella que hemos dejado en el planeta Tierra. El estudio de estos procesos y **fenómenos** y de otros más como la extinción de la biodiversidad, la diversidad de las plantas y animales domesticados y la diversidad cultural, así como los fenómenos de migración y la globalización económica, entre muchos otros, es materia de la geografía como ciencia sintética e integradora.

Hoy por hoy, el conocimiento geográfico mantiene su carácter estratégico para la resolución de los graves problemas que nos aquejan. Muy recientemente, los especialistas han demostrado de manera contundente los efectos perniciosos del **cambio global**. Por ejemplo, el aumento de la temperatura y el cambio climático están estrechamente vinculados con el mal manejo que hemos hecho de nuestros recursos naturales y culturales, ello se deja sentir en todo el planeta.

Los efectos adversos de un mal manejo de las selvas tropicales o la deforestación de los bosques boreales, como otro ejemplo, afectan a la sociedad global en su conjunto. Sus efectos se dejan sentir también en los desiertos y en los cascos polares.

El ya muy cercano agotamiento de los recursos petroleros a nivel global, sobre los cuales hemos basado nuestro desarrollo económico, ha provocado nuevas guerras por los recursos naturales, el aumento exorbitante de sus precios y una ola privatizadora en el aprovechamiento y comercialización de dichos recursos. Esto es también objeto de estudio de la geografía y de allí su particular importancia, especialmente para las nuevas generaciones.

La geografía como ciencia permite pensar globalmente y actuar localmente, de allí su valor estratégico para lograr un futuro alentador, es decir, uno que busque aligerar nuestro paso por la Tierra.

4.2 La geografía como ciencia integradora.

Existen diferentes y a veces contrastantes definiciones sobre la geografía como ciencia. En el sentido etimológico, la geografía es la ciencia que estudia a la Tierra (*geo*= Tierra; *graphos*=

Descripción), aunque dicha definición hoy resulta vaga. Una más precisa es aquélla que refiere a la geografía como el estudio de la localización de objetos y procesos sobre la superficie de la Tierra, la explicación de por qué éstos se localizan en tal o cual lugar, cómo estos lugares difieren entre sí y cómo la sociedad interactúa con su ambiente (FAO, 2006).

Geografía es la ciencia que estudia la distribución en la superficie terrestre de los hechos y fenómenos geográficos: físicos, biológicos y humanos, explica sus causas y las relaciones recíprocas entre ellos. **Emmanuel de Marttne.** (De Marttne, E. 1957. *Tratado de geografía física*. Editorial Colin, París). Geografía es la ciencia que estudia el escenario físico en el cual se desenvuelve la actividad humana y las recíprocas relaciones que existen entre la Tierra y el hombre. **Osorio Mondragón.** (Osorio Mondragón, J.L. 1927. *Breves apuntes de geografía humana en sus ramas social y económica*. Primera y segunda partes. Imprenta Azteca, México).

En términos generales, la geografía contemporánea intenta responder a cuatro cuestiones principales:

El papel de las sociedades en la ocupación del espacio mediante sus 1. Estilos de vida y valores;

1. El impacto que estas sociedades ejercen sobre su medio o espacio mediante sus actividades;

2. El sitio o lugar en donde ocurren estas actividades, y

3. La temporalidad de dichas actividades que producen espacios geográficos como resultado de su ocupación histórica.

En síntesis, la geografía es una ciencia que se encarga de las dimensiones espacio-temporales de la relación naturaleza-cultura-sociedad. El espacio geográfico es su objeto de estudio primordial y la dimensión temporal le permite explicar cómo se ha construido ese espacio a lo largo de la historia.

La geografía es una **ciencia** de síntesis, pues requiere la utilización de datos sobre la naturaleza (relieve, clima, suelo, vegetación, hidrología, etc.) y sobre aspectos sociales (población, economía, cultura, política, etc.), con el fin de explicar su espacialidad y temporalidad en conjunto. Es una ciencia de localización porque ubica los hechos y fenómenos socio ecológico en el espacio y en el tiempo, privilegiando al mapa como medio de representación de sus resultados. La geografía de hoy tiene un carácter **interdisciplinario**, pues asume que las relaciones hombre-naturaleza son inseparables y, por lo tanto, requiere de la información que proveen tanto las ciencias naturales como las ciencias sociales para explicar sus dimensiones espacio-temporales.

El estudio interdisciplinario de los efectos de la explosión nuclear en Chernobyl, Ucrania

El accidente de magnitud catastrófica provocado por la explosión de la Central Nuclear de Chernobyl, en la ex Unión Soviética, demostró la necesidad de realizar estudios interdisciplinarios para evaluar las múltiples y desastrosas consecuencias de dicho evento. Ante un problema tan complejo como éste, se hizo evidente que la fragmentación de la ciencia, provocada por las especializaciones para dividir nuestro conocimiento, necesitaba ser rebasado mediante la reformulación del papel de la ciencia y de los científicos para explicar la complejidad, esto es, las relaciones sociedad-naturaleza entendidas como un todo. La aplicación de los estudios interdisciplinarios para el caso de Chernobyl, permitió la integración de un numeroso grupo de científicos cuyas especializaciones abarcaron áreas científicas como las diversas ingenierías, la física atómica, la química, la meteorología, la ecología, la biología, la botánica, la zoología, la ornitología, la limnología, así como la agricultura, la antropología, la medicina, la psiquiatría, el derecho, las ciencias políticas y la sociología, entre otras.

Un ejemplo de este trabajo interdisciplinario se realizó en Suecia y Noruega, hasta donde llegó la nube radioactiva que, en forma de lluvia y durante 10 diez días, precipitó cantidades catastróficas de

radionúclidos desde la costa del mar Báltico hasta los fiordos de las montañas centrales de ambos países.

La contaminación radioactiva alcanzó los lagos y valles del territorio habitado por los Sami, un pueblo dedicado a la caza del reno que pasta en dichos valles y bebe de las aguas de sus lagos. Los efectos de la contaminación radioactiva modificaron la frágil cadena trófica imperante en dicha región, provocando estragos que aún prevalecen a 12 años de aquella catástrofe provocada por el hombre.

Los antropólogos estudiaron el cambio de vida de los Sami, que tienen como centro simbólico de su cultura al reno. Los botánicos estudiaron los efectos de la contaminación por cesio 134 y 137 en el líquen, la principal comida del reno; mientras que los zoólogos descubrieron los efectos de la contaminación radioactiva en los músculos del reno y los médicos analizaron los efectos en la salud de los Sami por el consumo de carne de reno contaminada. Los biólogos y limnólogos evaluaron los efectos de la radiación en peces, agua, fitoplancton y zooplancton de los lagos y del mar Báltico. La participación de físicos atómicos, meteorólogos, químicos y ecólogos, junto con los otros especialistas, permitió revelar las catastróficas consecuencias generadas por la radiación extrema en la cadena alimenticia de aquellas regiones nórdicas. Ello incluyó el trabajo de psiquiatras, abogados, sociólogos y politólogos que se dedicaron a responder con diversas soluciones a las poblaciones afectadas.

El estudio del **espacio geográfico** se realiza a diferentes escalas. La escala es un instrumento conceptual, metodológico y técnico necesario en la geografía para interpretar diferentes dimensiones de la relación sociedad-naturaleza. Así, la organización de estas relaciones se expresa en diferentes escalas que van desde la local, territorial, regional, nacional, continental y global.

Cada una permite reconocer ciertos aspectos de la complejidad de nuestros modos de vida, procesos socioecológicos, económicos y políticos. Por ejemplo, la explicación del fenómeno de la migración requiere de un análisis multiescala. La *escala local* nos permite conocer de qué localidades (*de dónde vienen*) emigran las gentes, quiénes migran (sexo, edad, origen étnico, ocupación anterior, etc.) y por qué emigran o a qué localidades arriban dichos emigrantes (*hacia dónde se dirigen*). Las escalas regional y nacional nos permiten analizar las direcciones y tamaños de las migraciones (*cuántos migran*), los periodos de emigración (*cuándo y durante cuánto tiempo migran*), así como las regiones expulsoras y receptoras (migración campo-ciudad, por ejemplo) de estos emigrantes dentro de un país. Estos datos nos permitirán reconocer si la migración es temporal o permanente. De la misma manera, las *escalas continental y global* nos ayudan a explicar el fenómeno de la migración entre países pobres y ricos, ya sea por cuestiones económicas, políticas, religiosas o relacionadas con conflictos bélicos, por ejemplo. Cada escala de análisis de la migración nos permite explicar ciertos aspectos de este fenómeno y el análisis multiescalar nos ayuda a comprender su complejidad en conjunto. Estas escalas de análisis del espacio geográfico pueden ser representadas cartográficamente. Así, el mapa local permitirá reconocer ciertos aspectos de la migración que no pueden ser representados en la escala global, por ejemplo.

Los estudios sobre el espacio geográfico utilizan también las escalas del **tiempo**, porque las relaciones sociedad-naturaleza no son estáticas y sus procesos adquieren diferentes temporalidades.

El ejemplo de la migración requiere de respuestas a preguntas tal cómo: ¿Desde cuándo migran los bolivianos? ¿A partir de cuándo aumenta la migración ilegal hacia otros países? ¿Cuánto tiempo se quedan en esos países? ¿Cada cuándo regresa los migrantes a sus lugares de origen y durante cuánto tiempo se quedan allí? De hecho, la dimensión espacial no se entiende sin la temporal y no hay espacio

sin tiempo, porque el espacio geográfico, es decir, el espacio que organizan los hombres a través de su relación con la naturaleza circundante y entre ellos mismos, se desarrolla a lo largo de la historia de las sociedades y de la humanidad en su conjunto.

No existe un espacio geográfico estático, pues éste se encuentra siempre en constante transformación por las diversas dinámicas y procesos que se localizan en sus lugares y ello se da a lo largo del tiempo.

4.3. Representaciones terrestres.

La necesidad del hombre de representar el lugar donde vive y los sitios tales como los cuerpos de agua, las zonas de cacería, los hábitat de la flora y de la fauna, los ríos, lagos, etc., y hasta sus lugares sagrados, se da desde los tiempos más remotos. Por esta razón, los distintos pueblos representaron su espacio geográfico mediante mapas rudimentarios.

Con el tiempo, los adelantos científicos han permitido desarrollar una disciplina, la cartografía, encargada de representar los diversos rasgos de nuestro planeta en mapas de diferentes tipos, para obtener mucho mayor detalle del espacio geográfico y de sus diversos lugares, de los hechos, fenómenos, procesos y dinámicas y de sus complejas interrelaciones. El mapa, constituye así una herramienta muy importante para reconocer en dónde estamos, qué hay en los lugares, qué distancia existe entre un lugar y otro, etc. A continuación realizaremos una revisión de los símbolos y representaciones que tienen los diferentes tipos de mapas, con el objeto de hacer un mejor uso de ellos.

4.3.1 Elementos gráficos del mapa

No sólo existen mapas como formas de representación de nuestro espacio geográfico, sino que también hay otras formas de representarlo tales el globo terráqueo, las fotografías aéreas y las imágenes de satélite. Sin embargo, son los mapas o representaciones planas del espacio geográfico los que generan información más precisa sobre un lugar específico (como son el barrio, el pueblo o la comunidad, la ciudad, el municipio, el estado, etcétera). Los mapas deben contener *orientación*, *escala*, *proyección* y *simbología*.

Orientación

En general, los mapas indican la posición del Norte mediante una flecha que apunta hacia arriba o usando la “rosa de los vientos”. Si la flecha o la rosa de los vientos no aparecen en el mapa, deberemos entender que el Norte se encuentra en la parte superior del mapa. Lo importante de la orientación es saber en dónde estamos y cómo podemos dirigirnos a cierto lugar.

Escala

Para representar el *espacio* real en un plano o mapa, se requiere que las proporciones de éste tengan similitud con lo que se contempla en la superficie terrestre, por lo tanto, es conveniente hacer uso de lo que se denomina *escala*. Escala es la relación entre las dimensiones reales y lo representado en el mapa; por ejemplo, si se quiere hacer una representación de una cancha de juego que tiene una forma rectangular de 10×6 m, el rectángulo tendría dimensiones de 10×6 cm, lo que arrojaría el empleo de una escala de 1:100. Esta escala indica que un centímetro en tu representación cartográfica es igual a 100 cm (o 1 metro) de la cancha de juego. Existen varias formas de expresar la escala en un mapa. Las más usuales son las siguientes dos:

1. Escala numérica. Se representa de esta manera: 1:50,000 e indica lo siguiente: el primer número (1) representa al mapa, y el segundo (50,000), a la superficie representada. Este ejemplo nos indica que un centímetro en el mapa equivale a 50,000 mil centímetros o sea a 500 metros (o medio kilómetro lineal) de la zona representada.

2. Escala gráfica. Se simboliza con una línea recta dividida en segmentos que indican las distancias representadas en el mapa y con ellas se pueden hacer mediciones directamente en el mapa. Una forma de comprobar estas distancias expresadas en los segmentos se hace utilizando una regla para medir la distancia entre dos puntos deseados y comparando dicha distancia con la escala gráfica del mapa.



Las escalas pueden ser *pequeñas* o *grandes*, dependiendo del área que se requiera representar. Las escalas pequeñas son útiles para representar grandes áreas (el país, una región biogeográfica, un continente, el planeta Tierra, por ejemplo). Por lo general, en los mapas con escala pequeña, un centímetro corresponde a cientos o miles de kilómetros en la realidad (por ejemplo a la escala 1:1,000,000). Los mapas de escalas pequeñas tienden a representar de manera general rasgos, fenómenos o hechos de una porción del espacio geográfico, es decir, no son mapas detallados.

Un ejemplo de estos mapas son los planisferios.

Los mapas de *escala grande* abarcan áreas más reducidas y ofrecen un mayor detalle de la porción del espacio geográfico representado. Un ejemplo de estos mapas de *escala grande* son los mapas o cartas topográficas (por ejemplo a la escala 1:50,000). En éstos se representan muchos datos y resultan muy útiles para diversos fines como la planeación u ordenamiento del territorio.

Proyección

Las representaciones de la Tierra sobre un plano reciben el nombre de cartas geográficas o mapas. Considerando que la Tierra es esférica, resulta complicado representarla con exactitud.

Para hacerlo con mayor exactitud se utilizan proyecciones geográficas de muy diverso tipo como son las cilíndricas, cónicas, y planas o acimutales. La proyección cartográfica es el sistema plano de paralelos y meridianos que son la base para trazar un mapa. Revisemos algunas de las proyecciones más utilizadas por los geógrafos.

La *proyección cilíndrica* o de Mercator (seudónimo de Gerhard Kramer) presenta ciertas características notables tales como:

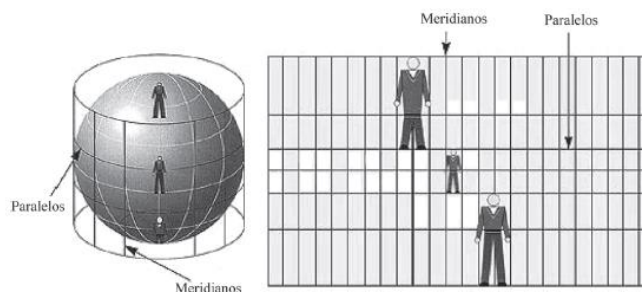
1. la Tierra en su totalidad, proyectada en un plano: de ahí se deriva el nombre de planisferio (esfera proyectada en un plano de la cual surgen los planos de ésta).

Los mapas que utilizan esta proyección son ampliamente utilizados para la navegación marítima.

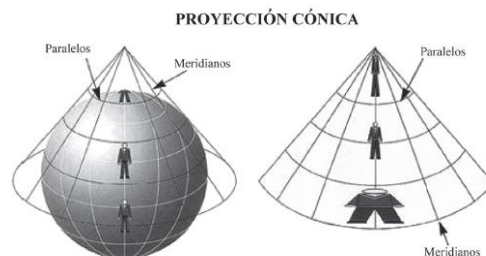
2. En esta proyección, los paralelos y meridianos son líneas rectas que se cortan formando ángulos rectos. Los primeros son representados por líneas horizontales por lo que presentan la misma longitud, mientras que los segundos son representados por líneas verticales y jamás se unen a los polos.

3. Esta proyección cilíndrica tiene algunas desventajas. Una de ellas es que las porciones continentales de la franja ecuatorial de la Tierra presentan poca información, siendo lo contrario en las regiones próximas a los polos, las que aparecen deformadas por lo que presentan dimensiones no reales. El ejemplo más claro es la representación de Groenlandia, que aparece más grande que Argentina, cuando en realidad es lo contrario, y más aún, la isla se aprecia más grande que Sudamérica.

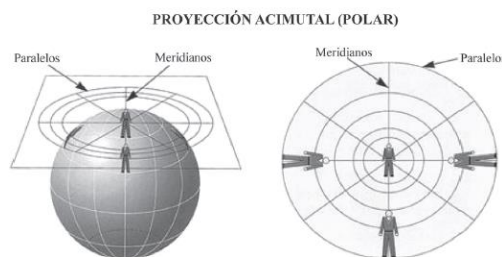
PROYECCIÓN CILÍNDRICA



La *proyección cónica* se representa mediante un cono que envuelve al globo terráqueo y que hace contacto sólo con un paralelo, llamado base o estándar. Los paralelos son semicírculos y los meridianos, radios. Su ventaja radica en que representa una parte de los continentes con gran exactitud. Sus desventajas son: que no representa toda la Tierra; que las áreas ecuatoriales aparecen distorsionadas, en tanto que las circumpolares (árticas y antárticas) aparecen poco distorsionadas; y que sólo presenta un hemisferio, ya sea el norte o el sur.



La *proyección acimutal* se obtiene proyectando la superficie del globo terrestre sobre un plano desde un punto de perspectiva polar o ecuatorial. Entre las proyecciones acimutales se reconocen la polar y la ecuatorial. La *proyección polar* sirve para representar las zonas polares y es de utilidad para trazar rutas en los vuelos sobre los polos. Los círculos concéntricos son los paralelos y los radios, los meridianos.



Algunas de las características más importantes de la proyección polar son:

1. No se puede representar toda la superficie terrestre, sólo un hemisferio (norte o sur).
2. Las regiones cercanas al Ecuador que se proyectan presentan deformaciones.
3. En este tipo de cartografía, la imagen lograda produce que la latitud aparezca como círculos concéntricos y la longitud como líneas rectas que cruzan los polos.

La *proyección ecuatorial* se utiliza para representar el hemisferio occidental o el hemisferio oriental del planeta; las áreas oceánicas se ven incompletas. Los paralelos son líneas rectas y los meridianos se curvan hacia los polos.

Simbología

La simbología en un mapa constituye el conjunto de signos, figuras, números, palabras y colores que nos permiten interpretarlo. Su uso hace posible simbolizar elementos físicos como los ríos, montañas, volcanes, lagos, valles, etc., y elementos humanos como los poblados, ciudades, puentes, aeropuertos, carreteras, zonas arqueológicas.

Esta forma de lenguaje visual evita contratiempos, facilita el reconocimiento de los lugares y previene situaciones adversas a la actividad humana. La vegetación, el uso del suelo, los climas de un lugar, la distribución de la población, la ubicación de las principales carreteras y vías férreas, así como la topografía y curvas de nivel, son sólo algunos de los datos que se logran representar en los mapas. Su importancia es vital, ya que permiten establecer las relaciones que enmarcan los hechos geográficos con las actividades económicas (figura 1.13).

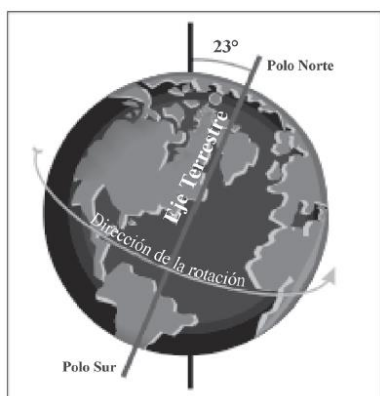


Figura 1.14
El eje terrestre.

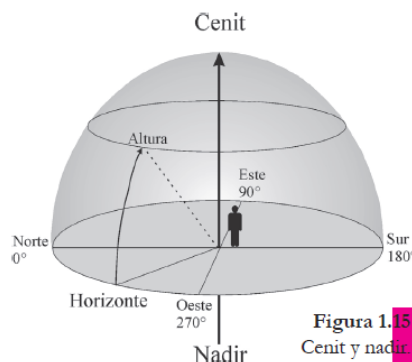


Figura 1.15
Cenit y nadir.

El radio. Es la línea recta que va desde el centro de la Tierra hasta un punto en la superficie.

El Ecuador. Plano perpendicular al eje terrestre o círculo máximo que divide a la Tierra en dos grandes hemisferios: el norte o septentrional (también llamado boreal) y sur o meridional (también llamado austral). La longitud de la circunferencia ecuatorial es de 40,076 km (figura 1.16).

Los paralelos. Los círculos menores que corren paralelos en ambos hemisferios respecto al Ecuador se denominan paralelos. Delimitan la latitud, misma que se mide de 0° a 90° al norte o al sur del Ecuador. Los paralelos más importantes son los trópicos de Cáncer en el hemisferio norte y el de Capricornio, en el hemisferio sur, y los círculos polares (el Ártico y el Antártico) (figura 1.16).

Los trópicos. (Del griego *tropos*: cambio o vuelta) son los paralelos trazados a 23° 27' (el Trópico de Cáncer, en el hemisferio norte) del Ecuador y 66° 33' (el Trópico de Capricornio, en el hemisferio sur), de su respectivo polo. Ambos marcan el inicio de las zonas térmicas templadas por la latitud de la Tierra.

Los meridianos. Son semicírculos que van de polo a polo, esto es, que corren perpendiculares al Ecuador. El círculo completo se forma con un meridiano y su antimeridiano que es el meridiano opuesto; juntos marcan la longitud, que se mide de 0° a 180° al este u oeste del meridiano de Greenwich. El meridiano de Greenwich divide a la Tierra en dos hemisferios: el oriental y el occidental. Al igual que los paralelos, su número es infinito, pues por cada punto de la superficie terrestre pasa uno (figura 1.16).

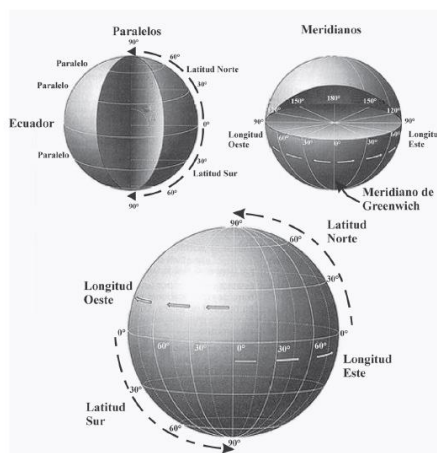
Coordenadas geográficas

El entrecruzamiento o intersección que se establece entre los paralelos y los meridianos permite localizar puntos de referencia en la superficie terrestre; es decir, nos sirve para reconocer la ubicación exacta de un lugar o punto de interés. Para ello se necesita conocer la *latitud*, *longitud* y *altitud* (figura 1.16).

Latitud. Es la distancia medida en grados (°), minutos (') y segundos ("), de un punto de la superficie terrestre respecto al Ecuador. Se mide a partir de 0° y hasta los 90° en ambos extremos; es decir, si el punto se localiza en el hemisferio norte, la latitud será norte y si se localiza en el hemisferio sur será latitud sur. Se representa mediante los paralelos.

Longitud. Distancia medida en grados (°), minutos (') y segundos (") de un punto de la superficie terrestre respecto al meridiano de Greenwich. Dependiendo de su posición puede ser longitud este o longitud oeste, y se mide a partir de los 0° y hasta los 180° en ambos hemisferios. Para su representación cartográfica se emplean los meridianos.

Figura 1.16
El Ecuador, los paralelos,
los meridianos, latitud y
longitud.



Altitud. Es la distancia vertical medida desde el nivel del mar hasta el punto escogido y se mide en metros (m.s.n.m). Esta medida puede ser positiva (+) cuando un lugar determinado se encuentra sobre el nivel del mar (por ejemplo, el monte Everest con 8,848 m.s.n.m), y negativa (-) cuando se encuentra por debajo del nivel del mar (por ejemplo el Mar Muerto que tiene 398 m.s.n.m (metros bajo el nivel del mar). En el mapa, la altitud se representa mediante curvas de nivel que son líneas que unen puntos de igual altura (isolíneas de altitud) (figura 1.17).

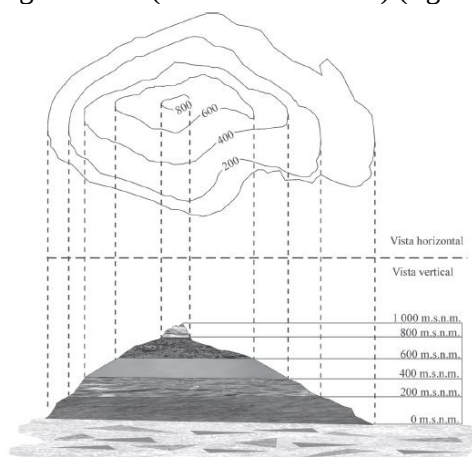


Figura 1.17
Curvas de nivel

4.4 Tipo de mapas.

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) determinó en el año de 1949 que se considerara primordial y necesario el uso de la cartografía, disciplina constituida como una técnica y arte en la representación de mapas para su buen uso. Diversas instituciones en el mundo se dedican a elaborar mapas y cartas. En Bolivia, el Instituto Geográfico Militar (IGM) es la institución gubernamental encargada de realizar el levantamiento cartográfico y estadístico en los ámbitos nacional, estatal, municipal y local. Los productos más usuales en este rubro son: mapas, cartas, planos, fotomapas e imágenes satelitales y globo terráqueo. La diferencia entre cada uno de ellos radica en la extensión de información que posee cada uno.

Mapa. Representación geométrica plana. Presenta una porción de la Tierra en donde se abordan aspectos generales sobre el espacio representado (por ejemplo: ríos principales, lagunas y lagos,

regiones naturales, división política Departamentos, provincias, municipios, distritos, cantones importantes), y no necesariamente requiere de una simbología compleja (por ejemplo: un mapa para el Estado plurinacional de Bolivia).

Carta. Representación geométrica plana con base en una proyección cartográfica. Contiene información temática específica (topografía, hidrología, geología, edafología, usos del suelo y cubierta vegetal, etc.). Las cartas presentan una simbología compleja en función de lo que esté representado en ella (curvas de nivel, ríos, arroyos, lagos, presas, tipos de rocas por origen o por edad, tipos de suelos y de vegetación, etc.). Todas las cartas deben estar orientadas y contar con escala y con su simbología.

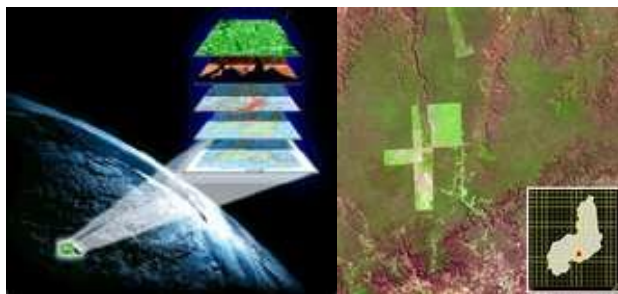
Plano. Es una representación sin proyección cartográfica. Constituye un esquema cartográfico utilizado en arquitectura o ingeniería, entre otros casos. Su escala es grande, por lo que presenta información detallada. Incluye el nombre de su autor, orientación hacia el norte, escala y otros datos complementarios.

Fotografías aéreas. El invento del avión y del satélite permitió, durante el siglo pasado, ahorrar un gran esfuerzo en la elaboración de mapas y la adquisición de información geográfica relevante. Los fotomapas son mosaicos unidos de fotografías aéreas adaptadas a los componentes básicos de un mapa. Al tratarse de fotografías verticales u oblicuas tomadas desde un avión, representan con gran confiabilidad las características reales del terreno, además de tener como referente las coordenadas geográficas. Los fotomapas ofrecen una simbología que permite una lectura accesible y de interés para el usuario.

Las *imágenes de satélite* son una especie de fotografía tomada desde el espacio sideral cercano a nuestro planeta. Actualmente existe un número importante de satélites dedicados a la toma de estas imágenes, en alturas que sobrepasan los 200 km respecto a la superficie de la Tierra. Los hay de muy diversos tipos y que ofrecen información detallada sobre diferentes aspectos como los fenómenos meteorológicos que se presentan a lo largo del planeta día con día y que nos ayudan a evitar desastres como inundaciones, sequías, ciclones y tormentas, etcétera. La información que ofrecen estos satélites meteorológicos es la que escuchamos todos los días en la radio o en la televisión.

Hay otro tipo de satélites que ofrecen información muy detallada sobre nuestros recursos naturales. Con la información que proveen, es posible determinar en dónde se encuentran áreas erosionadas o bosques que están siendo deforestados rápidamente. También se puede monitorear cada 24 horas los lugares boscosos en llamas, y el tamaño y magnitud de estos incendios. Sirven también para valorar áreas con potencial agrícola, yacimientos mineros y lugares susceptibles a la exploración petrolera, etc.

Por las características de estas imágenes, es posible obtener información detallada sobre grandes áreas de nuestro planeta; sin embargo, el análisis de esta información satelital es complejo. Para ello se requiere del uso de los Sistemas de Investigación Geográfica (SIG), mediante su manipulación en la computadora. En ésta y con la ayuda de programas especiales (hardware), los técnicos expertos almacenan, actualizan, manipulan y analizan la información geográfica que proveen dichas imágenes satelitales. Aprender a utilizar los Sistemas de Información Geográfica constituye, hoy en día, un nuevo campo de trabajo para las nuevas generaciones que se preparan para ofrecer nuevas alternativas que contribuyan a frenar los muchos problemas ambientales de nuestro planeta.



Globo terráqueo. Es una representación en forma real y a escala de la Tierra, el cual permite reconocer los rasgos más generales de éste. Por lo general, contiene información sobre las grandes regiones naturales (grandes sistemas montañosos, desiertos, valles y cuencas hidrológicas de enormes proporciones) y la división política internacional, incluyendo las principales ciudades y capitales del mundo. Se utiliza fundamentalmente para trabajos didácticos. En general, los mapas se clasifican en: físicos, humanos e históricos, de acuerdo con la información que proporcionan.

Mapas físicos. En ellos se representan los rasgos biofísicos de una porción de nuestro planeta, como puede ser, un departamento Ciudad de La Paz o un área más pequeña, como el centro de Copacabana. Estos mapas excluyen información sobre la intervención humana en dichos lugares.

Pueden ser temáticos (topográficos, geológicos, edafológicos y de tipos de vegetación, entre otros) o sintéticos (ofrecen datos de unidades espaciales naturales complejas), pues incluyen información combinada de diversos temas (hechos o fenómenos geográficos) como los arriba señalados. Por ejemplo, estas unidades espaciales pueden ofrecer información biogeográfica, al sintetizar y simbolizar datos topográficos, climáticos, edafológicos y de vegetación que, en su conjunto, expresan una cierta continuidad de dichos datos en el espacio geográfico. Un ejemplo sería un mapa de los lagos su clima, como flora. Estos flora representan una unidad Fito geográfica, pues se desarrollan bajo ciertas condiciones Fito geofísicas, como son la altitud, el régimen climático, la topografía, ciertos tipos de suelos y rocas, entre otros factores biofísicos.

Mapas humanos. Contienen información sobre la intervención humana en el espacio geográfico. Al igual que los mapas físicos, pueden ser temáticos o sintéticos. Los mapas temáticos representan rasgos como la división política de un país, la tenencia de la tierra (privada o social), la infraestructura socioeconómica (carreteras, centros industriales, regiones pesqueras, lugares de extracción de petróleo, etcétera) o las características étnicas o culturales de una porción de nuestro planeta (distribución de los idiomas, religión y modos de vida de los pueblos). También pueden ser útiles para representar fenómenos como la migración, el turismo, la circulación de mercaderías, entre muchos otros fenómenos sociales. Hay otros que muestran información urbana o rural, y unos más que ofrecen información sobre las actividades económicas (áreas agrícolas, ganaderas o de explotación forestal, corredores industriales por tipo de industria, etcétera).

Los mapas sintéticos ofrecen, por ejemplo, datos sobre las diversas actividades socioeconómicas que se llevan a cabo en una región, incluyendo información de actividades rurales y urbanas, Población, infraestructura económica, división política, vías de comunicación, etc. Relacionada con la intervención humana y que distingue a una región o área de otra. Un ejemplo es la región del centro de La Paz, en donde se localizan las ciudades del Alto entre otras. Esta región se distingue de otras en el estado por tener una mayor actividad comercial y por ofrecer un mayor desarrollo turístico. En conjunto, sus cuatro ciudades principales están muy bien comunicadas entre sí y hacia el centro de nuestro país. Por sus carreteras circula el mayor volumen de mercancías hacia otras regiones del país.

Mapas históricos. Los mapas históricos ofrecen información sobre la distribución geográfica de la intervención humana en el pasado. Son de gran utilidad para conocer cómo se fue configurando nuestro país, sus regiones, sus entidades municipales y sus asentamientos humanos, rurales y urbanos. Hay de muy diversos tipos: unos se especializan en temas políticos (la historia de la división política de nuestro país desde la conquista hasta nuestros días, por ejemplo); otros, más detallados, ofrecen información sobre el crecimiento de las ciudades

Los mapas se clasifican según tres aspectos:

1. Escala
2. Contenido
3. Uso o destino

1. Clasificación por su escala:

Las escalas de los mapas permiten ofrecer información muy diferente:

Mapas a las escalas 1:1,000,000 a 1:500,000. Son mapas que representan información a escala pequeña, abarcando extensiones amplias a nivel nacional o continental (figura 1.18. A);

Mapas a las escalas 1:250,000 a 1:100,000. Son mapas que representan información general sobre grandes regiones al interior de un país como Bolivia (figura 1.18. B); Mapas a las escalas 1:50,000, 1:25,000 a 1:10,000. Son mapas semidetallados que abarcan áreas al interior de un departamento, municipio o región. Son muy útiles para la planeación regional (figura C)

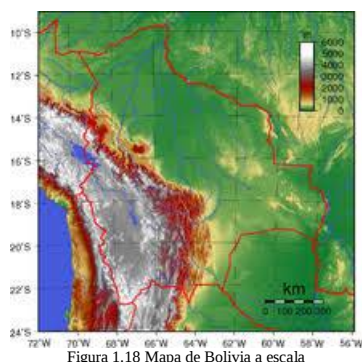


Figura 1.18 Mapa de Bolivia a escala

1.18 Mapas a las escalas 1:5,000 a 1:1,000.

Son mapas detallados que ofrecen información para la planeación urbana o rural. Abarcan pequeñas extensiones y son utilizados por los especialistas para ofrecer propuestas de manejo de los recursos naturales de un asentamiento, o para resolver problemas urbanos a nivel detalle, lugar finca o parcela (figura 1.18D).

Clasificación de los mapas por su contenido:

Mapas geográficos: Los mapas geográficos se subdividen en:

Mapas geográficos generales

Estos mapas cubren grandes extensiones de la superficie terrestre y nos dan información muy generalizada de los elementos naturales y culturales del paisaje. Por ejemplo: mapa del mundo, mapa regional, mapa continental, mapa de un país.

Mapas geográficos detallados

Son los que expresan a detalle el mundo real; éstos comprenden:

- Mapas topográficos
- Cartas náuticas y aeronáuticas
- Mapas catastrales y de ciudades

Los mapas especiales, también llamados mapas temáticos o derivados, se basan en el mapa topográfico. Del mapa básico se toma el contorno superficial y la estructura de cualquier elemento de interés y, sobre esa estructura, se superpone el fenómeno geográfico que interesa.

Los mapas especiales se subdividen en:

- Mapas temáticos

Son aquellos que representan un solo hecho o fenómeno geográfico en forma completa. Por ejemplo, un mapa de suelos (que incluye los tipos y subtipos de suelos, su localización y características), un mapa climático (que ofrece la distribución de los tipos de climas y sus características) o un mapa de cuencas hidrográficas (que ofrece información del tamaño, forma y red fluvial superficial y subterránea que escurre en ellas).

- Mapas sintéticos

Son el resultado de una selección de estudio que abarca más de dos hechos o fenómenos geográficos y, a su vez, permite explicar en forma clara y objetiva la conjunción de éstos, en un determinado espacio. Estos mapas combinan factores geográficos que tienen una estrecha relación de causa-efecto. Por ejemplo, un mapa de usos del suelo en el cual se combina información de los tipos de uso (agrícola, pecuario, forestal, urbano, industrial, etcétera) con las características de los suelos, el relieve y el clima prevaleciente, por ejemplo.

3. Clasificación de los mapas por su destino o uso.

- Para la economía (construcción, navegación, carreteras, censo productivo, etc.)
- Para la ciencia, educación y cultura (educación primaria, secundaria y universitaria)
- Para la recreación (turismo de diferentes tipos).

Gráficas y estadísticas

Todo trabajo geográfico que analice un hecho o fenómeno biofísico y/o humano requiere, de manera ineludible, utilizar información estadística. Dicha información puede representarse de manera gráfica y ofrecer datos relevantes para la elaboración de mapas, o como datos que se analizan en el texto que acompaña al mapa. Las estadísticas expresadas de forma gráfica son sumamente valiosas para explicar los fenómenos o hechos geográficos. Ayudan a sintetizar la complejidad de lo estudiado y presentar de manera sencilla los resultados de estudios que utilizan mucha información.

Estadísticas

La información estadística puede ser de carácter temporal, como es el caso del número de vacunaciones de una cierta población en un lugar dado y en un periodo específico; o en periodos electorales para reconocer el número de votos emitidos para tal o cual candidato o partido, por distrito electoral. También pueden ser periódicas de tiempos fijos, tal y como cuando se practica un censo; o continuas, como cuando utilizamos los censos de población cada 10 años.

El uso de tablas estadísticas sirve como referencia descriptiva y permite establecer un orden o jerarquía (por ejemplo, el tamaño de la población), las frecuencias (por ejemplo, el crecimiento de la población cada 10 años) o categorías (porcentaje de la población por sexo y edad) de los datos utilizados. Dichas tablas apoyan el análisis referente a los procesos económicos, demográficos, culturales o biofísicos. Las estadísticas nos permiten evaluar el número de inundaciones por año en un cierto lugar, en relación con el número y frecuencia de tormentas tropicales, ciclones o huracanes. Este último es sólo un ejemplo de su aplicación respecto a aspectos físicos que afectan a los diferentes asentamientos en La Paz por ejemplo (tabla 1.6).

Escolaridad del conyugente	Escolaridad de la conyugente						
	Sin escolaridad	Primaria	Secundaria o equivalente	Preparatoria o equivalente	Profesional	No especificada	Total
Sin escolaridad	725	527	76	14	2	3	1,347
Primaria	979	7,246	2,363	707	170	12	11,477
Secundaria o equivalente	99	2,739	5,043	2,008	659	12	10,560
Preparatoria o equivalente	25	731	2,025	3,233	1,271	11	7,296
Profesional	12	227	721	1,412	4,496	27	6,895
No especificada	1	9	9	4	28	190	241
Total	1,841	11,479	10,237	7,378	6,626	255	37,816

Fuente: INEGI

Tabla 1.6
Matrimonios por escolaridad del conyugente, según escolaridad

Gráficas

Son la forma de representación de los datos que utiliza un geógrafo, mediante figuras e imágenes que permiten el análisis cuantitativo de un fenómeno físico o social. Existen diversos tipos de gráficas: en barra o columnas (figura 1.19 y 1.20 lineales) y circulares o de pastel (figura 1.21 y 1.22).

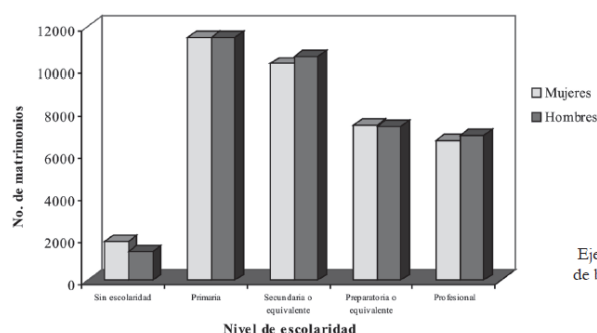


Figura 1.19
Ejemplo de gráfica de barras verticales.

4.5 El paisaje: Concepto integrador.

El paisaje es un concepto utilizado por los geógrafos para explicar y representar de forma sintética e integradora, las relaciones que se han establecido de manera histórica entre las diferentes sociedades con su naturaleza circundante y que han dejado huella en el espacio geográfico.

Además de ser un concepto geográfico, el paisaje es una unidad distinguible en el espacio geográfico; es decir, es posible cartografiarlo. Pero para ello, el geógrafo requiere de un cuidadoso análisis sobre los hechos y fenómenos geográficos, tanto físicos y sociales, que han interactuado en cierto lugar y que pueden ser explicados en un mapa. Si bien el paisaje es una unidad a la escala del hombre, es decir, una unidad espacial de escala grande y con mucho detalle, su estudio requiere un doble abordaje: 1. Analizar los aspectos biofísicos que han determinado y potenciado el desarrollo de las actividades humanas sobre éste y 2. Analizar las modificaciones humanas a este medio biofísico. De allí que el paisaje sea un concepto y una unidad sintética e integradora.

Sin embargo, para que el geógrafo logre entender las complejas relaciones entre la naturaleza (los aspectos biofísicos) y las sociedades (los aspectos sociales), requiere realizar un análisis de lo natural y lo social del espacio geográfico de manera separada, en un primer momento, para después analizarlo en conjunto. Esto es el estudio del paisaje geográfico. A continuación señalaremos algunos de los datos que requieren ser recabados por el geógrafo para el estudio del paisaje y que son ofrecidos por otras ciencias.

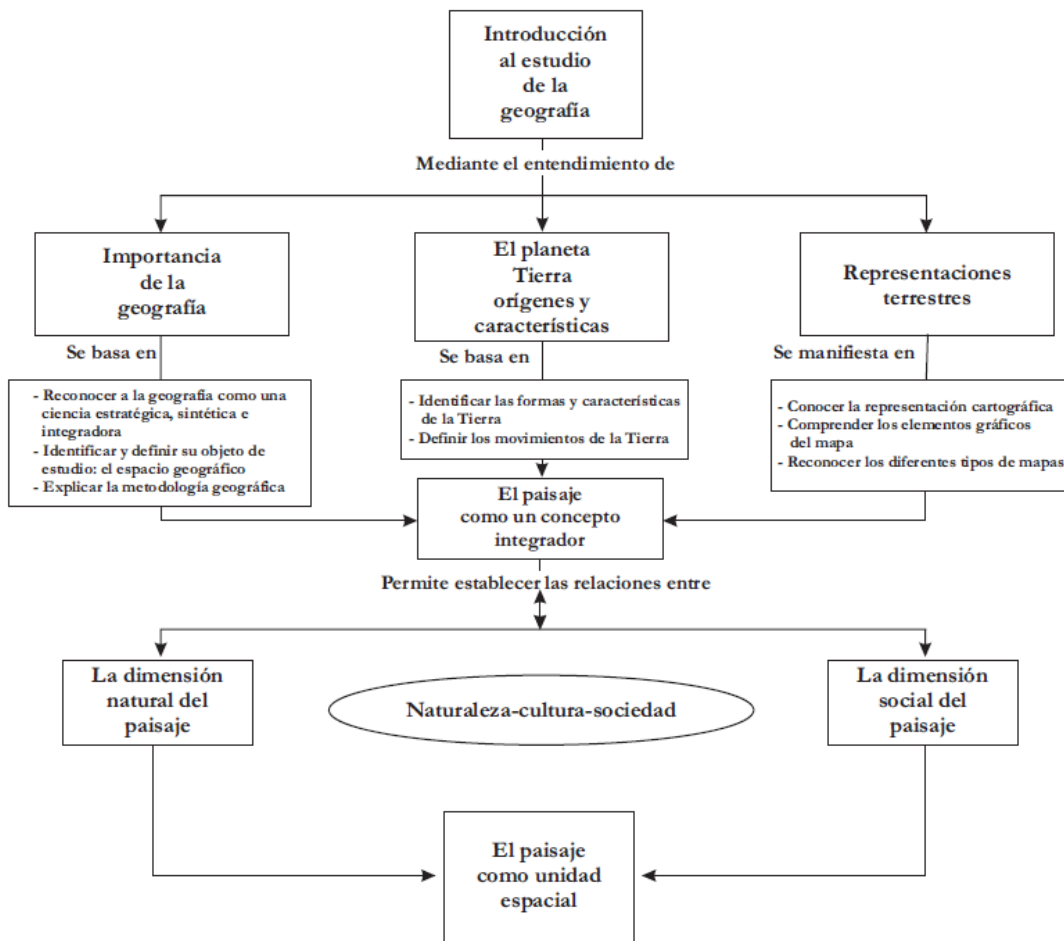
TEMA5 GEOGRAFIA FISICO DE LA TIERRA GENERAL

5.1 Paisaje físico o natural

El conocimiento geográfico es tan antiguo como la humanidad misma. Se origina a partir del momento en que los hombres y las mujeres toman conciencia del lugar que ocupan en la naturaleza y de reconocer y explicar, de manera colectiva, lo que les rodea para subsistir aprendiendo de ella. Desde el mismo momento en que los humanos nos organizamos como sociedades cazadoras-recolectoras y hasta pleno siglo xxi, nos hemos planteado las mismas preguntas para reconocer los lugares en donde habitamos, recordar de dónde provenimos, hacia dónde vamos y cómo poder orientarnos para buscar y aprovechar los recursos naturales básicos para nuestra sobrevivencia.

De esta manera, las distintas sociedades que han vivido en el planeta Tierra desde hace unos 200,000 años, lograron construir los lugares en donde han habitado y aprovechado su naturaleza circundante para alimentarse, cobijarse y mantenerse sanos. El conocimiento geográfico desarrollado durante miles de años permitió el nacimiento de la geografía como una ciencia que estudia las relaciones inseparables entre los hombres y la naturaleza y, que por ello, analiza las huellas que hemos dejado a lo largo de nuestro paso por la Tierra; esto es nuestra casa compartida. La geografía intenta explicar cómo las distintas sociedades, pueblos y civilizaciones han modificado los paisajes que han habitado a lo largo de la historia y cuáles han sido las consecuencias de dichas modificaciones en su entorno y a nivel global. El conocimiento geográfico ha mantenido siempre un carácter estratégico para tratar de resolver los graves problemas que nos han aquejado ayer y hoy, y para intentar reconocer los que vendrán en el futuro, con el fin de lograr aligerar nuestro paso por la Tierra.

Esta primera unidad te introduce a la geografía mediante el análisis de su campo general de estudio, sus objetivos, organización interna, enfoque y metodología. La información que se plasma en los cuatro temas en que se divide esta unidad te permitirá reconocer sus diversas aplicaciones, considerando que el objeto de estudio es el espacio geográfico reconocido a diferentes escalas, tales como la local, la regional, la nacional y la mundial o global.



5.2 Geografía física y humana.

Tradicionalmente se ha identificado a la geografía como una ciencia mixta debido a que, por su enfoque espacio-temporal para explicar las relaciones sociedad-naturaleza, recurre a los datos que ofrecen las ciencias naturales y las ciencias sociales. Por ello se asume que existen dos ramas de la geografía, esto es, la geografía física y la geografía humana. Esta visión tradicional reconoce que el campo de estudio de la geografía física son las causas y la evolución de los fenómenos físicos que ocurren en la superficie de la Tierra y cuya área de estudio es la zona de contacto entre la litosfera, la hidrosfera y la atmósfera, denominada también *ecósfera*. Por otra parte, la geografía humana estudia las relaciones recíprocas que se establecen entre el hombre y el medio geográfico o naturaleza. Esta zona de contacto socioecológica también es denominada *antroposfera*.

En realidad, la geografía es una sola disciplina integradora en la cual confluyen diferentes formas de explicar el espacio geográfico, sus procesos, *fenómenos* y *dinámicas*. De esta manera, la geografía física profundiza más en los procesos y fenómenos biofísicos de aquellos lugares de ocupación humana, es decir, la antroposfera; en tanto la geografía humana privilegia los procesos de ocupación humana en la ecósfera. Sólo así se pueden estudiar las relaciones entre naturaleza y sociedad.

Por lo expuesto anteriormente resulta más adecuado identificar a la geografía como una *ciencia integradora* que estudia las influencias del medio sobre el hombre y aquellas influencias que ejercen las sociedades sobre la naturaleza; de allí se desprende su carácter *unitario y sintético*.

5.3 Metodología

La geografía, como toda disciplina científica, fundamenta su accionar aplicando sus propios principios metodológicos con el fin de perseguir su objetivo principal, esto es, explicar los procesos, fenómenos y dinámicas del espacio geográfico. La metodología geográfica es, a su vez, una formulación particular del método científico que organiza y formaliza el quehacer de toda actividad científica. El método científico es el proceso de organización de conocimientos sistematizados y organizados que permiten explicar fenómenos y establecer relaciones entre los hechos de manera objetiva. Cabe aclarar que la forma de organización de estos conocimientos se encuentra sujeta al devenir histórico, por lo que el método científico ha variado a lo largo de la historia de la ciencia y lo seguirá haciendo en el futuro. De hecho, siempre ha existido un intenso y fructífero debate entre los especialistas sobre la existencia, o no, de un solo método científico, así como de las teorías que lo sustentan. A pesar de ello, los geógrafos han reconocido hasta hoy que existen al menos cinco principios metodológicos que guían el quehacer de su actividad, mismos que a continuación se explican.

Principios metodológicos: localización, extensión, causalidad, relación y cambio

El campo de estudio de la geografía se fundamenta en los siguientes principios metodológicos: *localización, extensión, causalidad, relación y cambio*, a partir de ellos es posible reconocer la distribución espacial de los elementos del medio natural y los sociales, las causas de esa distribución y las relaciones que existen entre estos aspectos. A continuación se explican con mayor detalle estos principios metodológicos.

Localización: ubica los lugares en donde se presentan los **hechos** o se producen los fenómenos geográficos en la superficie terrestre; por ejemplo, la localización de las selvas tropicales en el mundo o las áreas en donde se presenta una mayor deforestación de estas selvas. Responde a la pregunta: *¿en dónde se encuentra tal cosa o sucede tal fenómeno?* *Extensión*: permite reconocer la magnitud en el tiempo y en el espacio (duración y alcance) de los hechos y fenómenos geográficos; por ejemplo, el tiempo que dura la erupción del volcán y hasta dónde se esparcen sus lavas y cenizas. Responde a la pregunta: *¿cuál es el tamaño, desde cuándo y cuánto duró?*

Causalidad: permite entender las causas que produce un fenómeno geográfico determinado; por ejemplo, el origen de un volcán o la migración. Responde a la pregunta: *¿por qué sucedió?*

Relación: reconoce la conexión que puede existir entre los fenómenos y hechos geográficos que se localizan o producen en un lugar determinado, con otros fenómenos y hechos similares localizados en otros sitios de la superficie terrestre; por ejemplo, las zonas de cultivo de maíz en el mundo en relación con las características agronómicas de dicho cultivo. Responde a la pregunta: *¿por qué se parecen o en qué consisten sus diferencias?*

Cambio: son las transformaciones o cambios a que están sujetos los hechos y fenómenos geográficos; por ejemplo, el aumento creciente de la temperatura en la Tierra debido al cambio climático. Responde a la pregunta: *¿qué pasa y cómo cambia?*

La geografía comparte con las otras ciencias los principios de síntesis y generalización. El principio de síntesis se refiere a la composición de un todo mediante la unión de sus componentes o partes. Por ejemplo, la Tierra es un todo compuesto por la litosfera, hidrosfera, ecósfera y antroposfera. El principio de generalización permite realizar comparaciones de los hechos y fenómenos geográficos efectuados en distintos lugares y durante diferentes épocas en la Tierra para arribar a conclusiones

que expliquen sus similitudes o diferencias. Este principio es muy importante pues conecta el presente con el pasado de dicho fenómeno o hecho geográfico. Al aplicar este último principio, la geografía permite reconocer que los hechos y fenómenos se encuentran sujetos a cambios, lo que hace evidente la constante dinámica evolutiva de la Tierra, la transformación de las sociedades y las relaciones hombre-naturaleza.

2. Explica por qué se considera a la geografía como una ciencia integradora si tomamos en cuenta que ésta estudia el espacio geográfico.
2. ¿Por qué se considera que el espacio geográfico no es estático?
3. ¿Cuáles son las principales escalas de análisis en la geografía y por qué se utilizan?

5.4 Principio metodológico Fenómenos que los identifican

Localización

Extensión

Causalidad

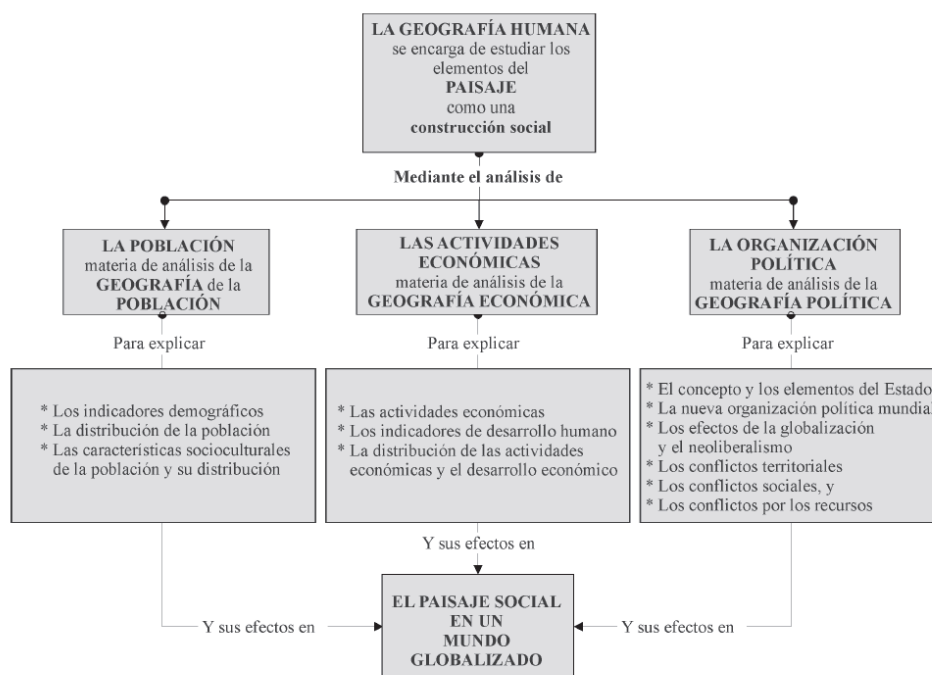
Relación

Cambio

TEMA 6 GEOGRAFIA HUMANA DE LA TIERRA

6.1 Geografía de la Población.

Con el objeto de ofrecerte algunos de los aspectos más relevantes de la geografía de la población, de la geografía económica y de la geografía política que hoy prevalece en el mundo. Esta información te permitirá, al final de esta última unidad del libro, tener una mayor comprensión de las características demográficas, productivas y políticas de nuestro planeta a principios del siglo XXI. Tal vez el proceso que más sobresale corresponde a los cambios experimentados por los casi 7 mil millones de personas que lo habitamos y casi 11 millones en Bolivia, a raíz del establecimiento de un nuevo orden mundial que surge a finales del siglo pasado con el derrumbe del mundo socialista europeo, la conformación de una nueva geografía política unipolar basada en el ensanchamiento de la globalización neoliberal y las consecuencias geopolíticas, económicas y ambientales que hoy padece la mayoría de la población planetaria. Sin duda alguna, vivimos momentos de grandes riesgos y nuestro futuro es incierto si no logramos revertir o, al menos, frenar el acelerado deterioro de nuestra casa, el planeta Tierra. Esta unidad te invita a explorar este nuevo y complejo mundo para comprender mejor en qué momento de la historia de la humanidad estás viviendo, cuáles son los retos a los que te enfrentarás en el futuro y qué podrías realizar para mejorarlo. El estudio de la dimensión social del paisaje planetario nos permite reconocer un conjunto de retos y de oportunidades para ti y para las siguientes generaciones, de allí el papel estratégico que juega la geografía para explicar en dónde vivimos, lo que fuimos, lo que hoy somos y lo que podríamos hacer para el futuro.



6.2 Población.

Una población se define como el grupo de personas u organismos de una especie particular que viven en un área geográfica o espacio determinado, cuyo número se determina principalmente mediante un censo. La demografía es el estudio de las poblaciones humanas. Los aspectos del comportamiento humano en las poblaciones se estudian en antropología, sociología, economía y geografía. En esta unidad abordaremos las diferentes características de las poblaciones humanas del mundo.

6.2.1 Indicadores de población.

Los indicadores de población son los datos que nos permiten caracterizar una población a través del tiempo y entender su distribución geográfica.

Mediante su obtención podemos determinar las necesidades o carencias de una población para, de este modo, buscar soluciones y estrategias que ayuden a mejorar su calidad de vida. Estos indicadores de población son:

Edad. Es el tiempo de vida expresado en años. Para su expresión gráfica se emplean rangos de edad, que pueden ser decenales, quinquenales, etc.

Sexo. Es la estructura de la población en función del número de hombres y de mujeres que la componen.

Fecundidad. Este índice se aplica sólo para la población femenina mayor de 14 años y menor de 49 años determina el resultado del proceso de reproducción humana, medido por el número promedio de hijos por mujer. Está relacionado con las condiciones socioeconómicas y educativas que poseen la mujer y su pareja.

Natalidad. Es el número total de nacidos vivos ocurridos en un año. Se calcula considerando el número de nacimientos de una población por cada mil habitantes en un año (‰)

Morbilidad. Este indicador señala la frecuencia de enfermedades y enfermos y la prevalencia de enfermedades en una población. Se multiplica el número de casos en un año por cien mil.

Mortalidad. Es el número de fallecidos de una población en un año. Se determina multiplicando por mil el número de defunciones al año (‰). La tasa de mortalidad específica revela las causas de ésta; la más común es la de mortalidad infantil, que se presenta en el primer año de vida y de la cual se llevan registros precisos (tabla 3.1).

Esperanza de vida. Es la estimación del número de años que vivirá una persona de acuerdo con los niveles de bienestar que tenga en el momento de su nacimiento. Este índice se ha visto modificado a través de los años por el desarrollo tecnológico y social, provocando que algunos países elevaran su esperanza de vida y que otros mantengan valores muy bajos (tabla 3.2).

Migración. Es el desplazamiento de la población de su lugar de origen, cuya causa principal estriba en buscar mejores condiciones de vida. Para obtener las tasas de migración se toman en cuenta los siguientes indicadores:

1. lugar de nacimiento y
2. lugar de residencia durante los últimos cinco años.

Las variables de la migración son:

1. La emigración, que es el abandono del lugar de origen o nacimiento.
2. La inmigración, que es el ingreso o arribo a un país, ciudad, estado o municipio.

A su vez, la migración se clasifica en migración interna o nacional (tabla 3.3) y migración internacional.

Países	Tasa de natalidad (‰)	Tasa de mortalidad (‰)
Níger	48.30	21.33
Mali	46.77	19.05
Uganda	47.39	12.80
Somalia	45.62	16.97
Haití	36.59	12.34
Honduras	30.38	6.87
Camboya	27.08	8.97
Filipinas	25.31	5.47
India	22.32	8.28
Marruecos	22.29	5.64
México	20.04	4.78
Reino Unido	10.78	10.18
Noruega	11.67	9.45
Japón	9.47	8.95
Suecia	10.36	10.36
Alemania	8.33	10.55
Italia	8.89	10.30
Eslovenia	8.95	10.22
Lituania	8.62	10.92
Austria	8.81	9.70

Fuente: CIA. World Factbook 2005.

Tabla 3.1
Tasas de natalidad y
mortalidad en algunos
países del mundo en
el año 2005.

Tabla 3.2
Esperanza de vida
en algunos países
del mundo.

Países	Esperanza de vida
Angola	37.92
Níger	44.28
Somalia	49.25
Mali	49.94
Uganda	52.34
Haití	57.56
India	69.25
Camboya	61.69
Honduras	69.37
Filipinas	70.80
Marruecos	71.52
Lituania	74.67
México	75.84
Eslovenia	76.73
Reino Unido	78.85
Alemania	79.10
Noruega	79.81
Italia	80.70
Suecia	80.74
Japón	82.07

CIA World Factbook 2005

Las pirámides de población se construyen empleando los indicadores de edad y sexo. Permiten un análisis gráfico descriptivo de su estructura, así como realizar comparaciones internacionales y una rápida y fácil percepción de varios fenómenos demográficos como el envejecimiento de la población, el equilibrio o desequilibrio entre sexos e incluso el efecto demográfico de catástrofes y guerras. Una pirámide de crecimiento rápido, que presenta altos índices de crecimiento poblacional, típica de los países en vías de desarrollo (Angola); una de crecimiento lento (Estados Unidos de América) y una de crecimiento negativo (Japón), es decir, que está en proceso de envejecimiento. Además, se presentan los cambios que han registrado estos países a lo largo de 10 años (2009-2019).

Alfabetismo. Este indicador señala el porcentaje de la población de más de 15 años que sabe leer y escribir.

Nivel educativo. Este indicador ordena por rango educativo, por ejemplo: básico (primaria y secundaria), medio superior (preparatoria o bachillerato) y superior (estudios universitarios).

El porcentaje de la población mayor de 15 años que concluyó o que se ubica en ese nivel de escolaridad.

Grado de escolaridad. Se establece a partir de la relación que existe entre la población total y el nivel educativo que posee.

6.2.2 Distribución de la población

La distribución de la población se ve afectada por factores geográficos tales como: el clima, el relieve, la hidrografía, el suelo y la vegetación.

- a) Clima. Las áreas más pobladas del mundo se localizan en las zonas templadas del planeta con periodos largos de lluvia, debido a que favorecen las cosechas. Todo lo contrario sucede en las zonas con climas desérticos, tropicales o de tundra, en donde generalmente existe menor población.
- b) Relieve. Las áreas planas como las altiplanicies, las llanuras y las mesetas son las más pobladas, debido a que la topografía facilita las actividades agropecuarias y la construcción de viviendas y de vías de comunicación. También se encuentran densamente poblados los valles y los llanos orientales en nuestro país.
- c) Hidrografía. Desde tiempos remotos, las primeras grandes ciudades se asentaron en áreas próximas a los ríos, debido a la disposición de agua, un recurso esencial para el ser humano. Algunos ejemplos son el florecimiento del antiguo Egipto, asentado cerca del Nilo, la ciudad de Bagdad en Irak a la orilla del río Tigris y el florecimiento de Basora, la ciudad portuaria de Irak asentada en la unión entre el Tigris y el Éufrates, en donde se forma el canal Shatt-al-Arab.
- d) Suelo. Los suelos con abundante materia orgánica favorecen la agricultura, en tanto que las áreas con riquezas mineras permitieron el florecimiento de ciudades del altiplano desde el imperio incaico.
- e) Vegetación. Las zonas de pradera, sabana o de bosques mixtos son lugares muy poblados, debido a que en éstas se pueden realizar actividades agropecuarias, a diferencia de las zonas desérticas, de selva o tundra. También existen factores socioeconómicos que influyen en la densidad de la población, como son: la existencia de recursos naturales, fuentes de trabajo, centros educativos, servicios públicos y de asistencia social, así como la estabilidad política.

Para calcular el tamaño de la población en un lugar determinado se utilizan los siguientes índices:

- a) Población absoluta. Es el número total de habitantes de una comunidad, región, país, continente o el planeta entero.
- b) Población relativa o densidad de población. Es el número de habitantes por kilómetro cuadrado. Se obtiene dividiendo la población absoluta entre la extensión del territorio en donde dicha población reside (tabla 3.4).

Países	Densidad de población (hab./km ²)	Superficie (km ²)	Población estimada
Angola	8.5	1 246 700	10 593 171
Niger	8.4	1 267 000	10 639 744
Somalia	12	637 657	7 753 310
Mali	9.1	1 240 000	11 340 480
Uganda	105	236 040	24 699 073
Haití	255	27 750	7 063 722
India	318	3 287 590	1 045 845 226
Camboya	71	181 040	12 775 324
Honduras	59	112 090	6 560 608
Filipinas	282	300 000	84 525 639
Marruecos	70	446 550	31 167 783
Lituania	55	65 200	3 601 138
México	52	1 972 550	103 400 165
Eslovenia	95	20 273	1 932 917
Reino Unido	244	244 820	59 778 002
Alemania	233	357 021	83 251 851
Noruega	14	324 220	4 525 116
Italia	192	301 230	57 715 625
Suecia	20	449 964	8 876 744
Japón	336	377 835	126 974 628

Tabla 3.4
Densidad de población, superficie y población estimada en algunos países del mundo en 2007.

CIA World Factbook 2005

6.2.3 Características socioculturales de la población.

Cada población presenta ciertos rasgos que la caracterizan y que constituyen por sí mismos los elementos básicos de un paisaje social. La descripción de la población se lleva a cabo tomando en cuenta *rasgos culturales*, *de estructura* (raza, lengua, religión) y *de movimiento* (nacimientos, defunciones, migraciones). La población mundial difiere en características raciales, lingüísticas y religiosas, aun cuando está conformada por una sola (*homo sapiens*), existiendo diferentes grupos culturales, étnicos que presentan características antropológicas propias.

a) Etnia. Es el conjunto de características antropológicas que predominan en un grupo humano y se transmiten por medio de la herencia y de la memoria. Un grupo étnico comparte lengua, religión, costumbres, ideología, historia y forma de vida, aunque pueden existir ciertas diferencias al interior de éste (por ejemplo, la presencia de población protestante y católica, quechuas, aimaras, guaraníes, etc.).



Se observa además una gran diferencia en las características raciales de las poblaciones mundiales producto del mestizaje. El mestizaje es resultado de la variación racial debido a un intercambio biológico entre pueblos de diferentes etnias y del intercambio de costumbres o elementos culturales de poblaciones diferentes.

b) La lengua. La lengua o idioma es el conjunto de sonidos articulados con el que el humano expresa lo que piensa o siente. Es el elemento mediante el cual el hombre y la mujer transmiten sus costumbres y forma parte de la identidad de un pueblo. El surgimiento de los dialectos se debe a modificaciones lingüísticas de carácter regional y, si éstas continúan transformándose, se originan nuevos idiomas. Por ejemplo, el latín originó varios dialectos, los cuales con el tiempo dieron origen a los idiomas español, francés, italiano, portugués y rumano, debido a lo cual a estos idiomas se les conoce como lenguas romance o latinas.

c) La religión. Es un sistema de creencias y dogmas acerca de la existencia del origen divino del mundo y de dioses o deidades. La religión establece normas morales que rigen la conducta individual y social de los pueblos. Al igual que el idioma, uniforma parte de la expresión cultural de los pueblos y se manifiesta como un vínculo social transmisor de la cultura y como un carácter distintivo de grupos étnicos y naciones. Las principales religiones en el mundo son las cristianas (católica, protestante y ortodoxa), el hinduismo, el islamismo, el budismo, el taoísmo y las religiones animistas.



6.2.4 Problemática de la población.

a) Crecimiento demográfico. El crecimiento demográfico es más notorio en las ciudades no solamente por el mayor número de nacimientos y la disminución de la mortalidad, sino también por la gran cantidad de inmigrantes que llegan allí por motivos económicos, sociales y políticos, buscando mejorar su calidad de vida aun cuando no siempre lo logran. El crecimiento desmesurado de la población urbana genera problemas tales como:

1. *la contaminación ambiental*: debido a que aumenta la demanda de combustible para el transporte público, la cantidad de basura, los desechos arrojados en los ríos, la sobreexplotación de ríos, lagos y mantos acuíferos, etc.

2. *Los cinturones de miseria*: la creciente inmigración ocasiona que alrededor de las grandes ciudades se establezca la población más pobre, la cual carece de servicios y agua potable y habita en casas de cartón o de lámina en condiciones insalubres. Estas deplorables condiciones de vida a su vez ocasionan delincuencia, mendicidad, inseguridad y farmacodependencia, especialmente entre la población más joven sin acceso a la educación y al trabajo.

3. *la delincuencia*: la pobreza de estos sectores marginados empuja a veces a algunos de sus miembros a obtener recursos de una manera ilícita para satisfacer sus necesidades.

4. *el desempleo*: debido a que la mayoría de los migrantes que llegan a las ciudades después de abandonar sus tierras, carecen de la escolaridad y de la preparación técnica para cubrir con el perfil requerido las vacantes de trabajo existentes, por lo que terminan realizando actividades informales, como limpia parabrisas, malabaristas, payasos, etc.

5. *El informales ambulante*: el enorme desempleo urbano también ocasiona que algunas personas se dediquen al ambulante, es decir, a la venta informal en la calle de muy diversos productos, a veces ilegales, lo que ocasiona problemas como la evasión de impuestos y la falta de control de calidad y de precios de los productos que se ofrecen.

6. *Licorerías*: en los últimos años, este problema ha crecido de forma preocupante debido al aumento en el consumo de alcohol, tabaco y drogas entre los más jóvenes. Este crecimiento acelerado y desmedido de la población urbana, plantea serios problemas a la sociedad, por lo que se deben buscar sus soluciones en el corto plazo.

b) Tendencias de la población

El crecimiento de la población de Bolivia durante los últimos 10 años se dio de manera explosiva, las tasas de crecimiento poblacional aumentaron entre un 1.8 % a 2.5 % en 2009.

La esperanza de vida en nuestro país ha aumentado debido a los esfuerzos por mejorar los servicios públicos de salud, así como por el fomento de los hábitos de higiene y alimentación.

Por otro lado, la mortalidad infantil tiene una incidencia importante en el crecimiento de la población ya que, de cada mil niños nacidos vivos, 25 mueren debido a diferentes causas como la desnutrición, enfermedades diarreicas y respiratorias y accidentes. Este índice se relaciona con el desarrollo económico del país, lo cual se refleja en una mejor atención a la madre durante el embarazo y el parto, y los cuidados del niño durante el primer año de vida.

La política demográfica actual del país ha provocado un descenso en la fecundidad, un menor índice de natalidad y, en consecuencia, se ha modificado la estructura por edad de la población

Boliviana, por lo que en las próximas décadas aumentará la población en edad productiva (30-50 años), la cual demandará más fuentes de empleo. Este fenómeno constituye un gran reto en términos económicos, pues sólo mediante un crecimiento sostenido de fuentes de trabajo se resolverá este serio problema, especialmente para los jóvenes y para las generaciones futuras.

- Población rural y urbana a) La población rural vive en localidades menores a 2,500 habitantes y se dedica, en su mayoría, a las actividades agropecuarias o primarias.

Estas localidades se caracterizan por contar con pocos servicios públicos y el nivel económico de sus pobladores resulta inferior al de la población urbana.

b) La población urbana se concentra en Ciudades de La paz Cochabamba y Santacruz con mayores al millón habitantes y cuenta con la mayoría de los servicios públicos. Sus pobladores se dedican a actividades relacionadas con la industria, el comercio y los servicios, es decir, a actividades secundarias y terciarias de la economía. En general, el nivel económico de sus habitantes resulta superior al de la población rural, con excepción de los anillos urbanos de pobreza. La diferencia económica entre el campo y la ciudad resulta una de las causas más importantes de la migración campo-ciudad.

c) Envejecimiento de la población. Este proceso se relaciona con la disminución de las tasas de fertilidad a partir de la aplicación de medidas regulatorias del crecimiento de la población, tales como la anticoncepción y la legalización del aborto, así como por el aumento de la esperanza de vida relacionada con las mejoras en los servicios médicos. Se puede predecir que, en pocos años, la población de adultos mayores o senil será mayor respecto a la de los jóvenes; este hecho conducirá a otro fenómeno social problemático, como es el aumento del pago de pensiones y la mayor dependencia económica de la población más vieja.

d) Problemas de migración. Una población nunca es estable, pues siempre aumenta o disminuye de acuerdo con diversas circunstancias de tipo económico, cultural, político, educativo y laboral, los cuales son también la causa de la migración. Las migraciones nacionales o internas ocurren en los países en desarrollo debido a la escasez de fuentes de trabajo, los bajos precios de los productos agrícolas y las políticas agrarias y urbanas erróneas, lo que ha ocasionado un desplazamiento importante de población del campo a la ciudad, tal y como sucede hoy en el país y en nuestro estado. Las migraciones internacionales o externas ocurren de países subdesarrollados o en desarrollo a países del primer mundo. En nuestro caso, los migrantes buscan pasar la frontera en busca de trabajo. Se calcula que a la fecha más de 1 millón de bolivianos han migrado legal o ilegalmente hacia el país de Argentina, Chile y España.

Existen diversos factores biofísicos que influyen en los movimientos migratorios, tales como el clima, el agotamiento de las tierras de cultivo, las sequías y desastres como, inundaciones, entre otros. También existen factores sociales como el crecimiento excesivo de la población, las epidemias o enfermedades y las hambrunas. Asimismo, se registran movimientos migratorios forzados o voluntarios, individuales o grupales, principalmente en países como España, Argentina o Chile, en donde las migraciones se deben a las mejores oportunidades de trabajo.

Los problemas de migración de las zonas rurales hacia las ciudades son consecuencia de la desigual distribución de los recursos, los servicios y las oportunidades, es decir, a causa de la pobreza rural y a la ausencia de trabajo. Para evitar las migraciones masivas y lograr una distribución espacial equilibrada, se deben nivelar la distribución de los recursos y empleos, se requiere adoptar estrategias de desarrollo sostenible de las zonas rurales, regular el crecimiento de los centros urbanos y crear proyectos que favorezcan el desarrollo local, incluida la prestación de servicios y la descentralización de los sistemas administrativos y gubernamentales.

TEMA 7 GEOGRAFIA ECONOMICA DE LA TIERRA

7.1 Actividades económicas.

Las actividades económicas son aquellas acciones o procesos mediante los cuales obtenemos los productos y servicios que cubren nuestras necesidades. Las actividades económicas son el campo de estudio de la geografía económica, que también estudia las etapas del *proceso productivo* relacionadas con los factores físicos del medio. Las etapas del proceso productivo son cuatro: producción, circulación, distribución y consumo.

La *producción* es la primera etapa del proceso que el hombre realiza en su medio natural para la obtención de bienes.

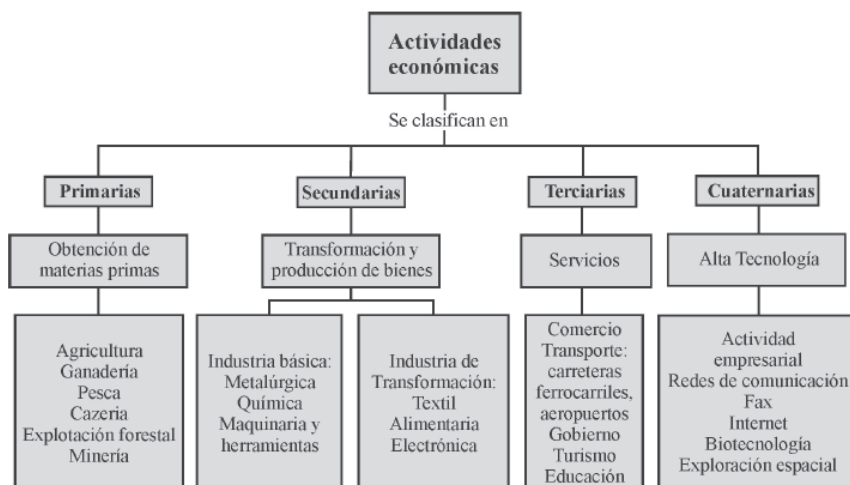
La *circulación* es la etapa en la que estos bienes pasan del productor al consumidor, mediante el transporte y el comercio.

La *distribución* es el reparto de las ganancias entre los factores de la producción; a la naturaleza le corresponde la renta; al capital, el interés; al trabajo, el salario y; a la empresa, el beneficio.

El *consumo* es la etapa final del proceso económico cuando los bienes producidos llegan al consumidor.

7.2 Clasificación de las actividades económicas.

Las actividades económicas se clasifican en primarias, secundarias, terciarias y cuaternarias.



Actividades primarias. Son aquéllas en las que se obtienen recursos a partir de la explotación del medio natural, como la agricultura, la ganadería, la pesca, la caza y la extracción y explotación forestal; estas actividades se realizan principalmente en los países en desarrollo o subdesarrollados.

Actividades secundarias. Estas actividades económicas se caracterizan porque las materias primas pasan por un proceso de transformación, es decir, son productos industrializados. La industria se clasifica en distintos tipos, tomando en cuenta los productos que se obtienen:

1. La industria pesada es la primera transformación que se da a algunas materias primas, de las cuales resultan productos o subproductos que pasan a la siguiente etapa o industria; dentro de esta industria se encuentran: la siderurgia, la metalurgia pesada, la petroquímica, la química pesada y la naval.
2. La industria ligera es el siguiente paso que se realiza con algunas materias primas, es decir, con productos semielaborados; dentro de este ramo industrial se encuentran la metalurgia de transformación, química ligera, alimenticia, textil, farmacéutica y automotriz.
3. La industria con tecnología avanzada, con mayor inversión de capital, generación de empleos especializados y con mayor nivel de productividad; dentro de este ramo industrial están la minería, alimentos y la metalmecánica.

Actividades terciarias. Estas actividades se conocen como el sector de servicios y comercio, en el cual no se generan productos nuevos, pero sí se obtienen bienes susceptibles de ser utilizados por las otras actividades económicas o directamente por el ser humano. Este sector de la economía incluye el transporte, comunicaciones, comercio y servicios financieros, actividades de gobierno, educación, salud, cultura, religión, entretenimiento y turismo.

Actividades cuaternarias, concentran las actividades empresariales, la biotecnología, la tecnología de punta basada en la informática, la comunicación satelital y la exploración espacial. Que en nuestro país está en planificación.

7.2.1 Indicadores de desarrollo económico

Los indicadores socioeconómicos que ayudan a determinar el grado de desarrollo económico alcanzado por un país son: la Población Económicamente Activa (PEA), la Población económicamente Inactiva (PEI), el Producto Interno Bruto (PIB), el ingreso per cápita (IPC), la tasa de inflación y el Índice de Desarrollo Humano (IDH).

1. *Población económicamente activa* (PEA). Se considera a las personas como económicamente activas a partir de los 14 años o más de edad, cuando éstas hayan realizado una actividad laboral durante al menos una semana. Se incluyen tanto a las personas que tienen un trabajo remunerado permanente como a aquéllas que sólo lo hacen de un país durante cierto periodo (normalmente de un año). Se mide en dólares manera temporal y a veces sin remuneración económica.
2. *Población económicamente inactiva* (PEI). Este índice básicamente reporta la población estudiantil, a los que se dedican a labores domésticas, así como a los jubilados y pensionados.
3. *Producto Interno Bruto* (PIB). Es el valor total de la producción por habitante y no se consideran los bienes o servicios que son fruto del trabajo informal, es decir el trabajo doméstico y el intercambio de servicios entre conocidos.
4. *Ingreso per cápita* (IPC). Es el promedio de ingresos por habitante en un año.
5. *La tasa de inflación*. Inflación es el aumento sostenido y generalizado del nivel de precios de bienes y servicios. La tasa de inflación es el índice de cambio en los precios y se mide en porcentajes. También se le conoce como Índice Nacional de Precios al Consumidor.
6. *Índice de Desarrollo Humano*. Es otro indicador sobre la desigualdad socioeconómica. Lo Utiliza el Banco Mundial para valorar el desarrollo de los países y toma en cuenta el consumo de calorías, la esperanza de vida y el nivel de escolaridad o analfabetismo de un país.

Desempleo y subempleo, pobreza y marginación

Las políticas económicas adoptadas en los países desarrollados o industriales han desencadenado su importante crecimiento durante los últimos 100 años. Sin embargo, esto no ha ocurrido en los países en desarrollo o subdesarrollados como Bolivia, porque en éstos se favorece la concentración de la riqueza en manos de una minoría, en tanto que la mayoría de la población se mantiene pobre, marginada y en el desempleo.

Se considera una población en situación de pobreza y marginación aquella cuyos ingresos no le permiten cubrir sus necesidades básicas de alimentación, educación, vivienda y salud. Se estima que sólo 20 % de la población mundial consume el 80 % de los recursos (alimenticios, energéticos y de materias primas), en tanto que el otro 80 % de la población tiene que conformarse con el restante 20 % de los recursos. No resulta muy exacto referirse a la pobreza en los países desarrollados, ya que las personas con escasos recursos como los inmigrantes, reciben cierto apoyo económico de sus gobiernos, aunque sí se puede considerar a estos grupos como marginados sociales.

En Bolivia existen unos 7-8 millones de personas en situación de pobreza y, al igual que en varios países de América Latina, Europa Oriental, Asia y África, está marcada por el bajo índice per cápita, la desnutrición o malnutrición, las enfermedades infantiles, el bajo aprovechamiento escolar, las malas condiciones de vivienda y el hacinamiento, entre otros problemas. Las malas condiciones de vida en estos sectores poblacionales son causa de vulnerabilidad a los desastres naturales como las inundaciones, sismos, incendios, plagas y enfermedades, todo lo cual genera un círculo vicioso que aumenta la delincuencia, la inseguridad y la drogadicción.

Se consideran como desempleados a aquellas personas que pertenecen a la población económicamente activa (PEA), pero que por alguna causa han dejado de trabajar; entre las causas principales se encuentran:

- a) El crecimiento demográfico rebasa el desarrollo económico del país;
- b) En las zonas rurales existe una falta de apoyo económico para las actividades agropecuarias, la escasez de tierras y su sobreexplotación provoca la emigración a ciudades del eje o a países vecinos. Algunas de las manifestaciones del desempleo y subempleo en las ciudades son el comercio informal y las microempresas familiares, como únicas actividades que permiten la sobrevivencia de millones de hogares bolivianos. El desempleo y la pobreza extrema han aumentado en el país.

7.2.2 Organización económica mundial

En la segunda mitad del siglo ^{xx} se produce una transformación completa en la política económica mundial, la cual obedece a factores como el surgimiento de un fuerte nacionalismo en las antiguas colonias y la conquista de su independencia, la consumación del sistema colonialista del imperio europeo, la acción neocolonizadora de los antiguos imperios para lograr el control económico, cultural y político de los nuevos países mediante préstamos y asesorías, la Revolución Rusa y el surgimiento y desintegración de la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS). Estas transformaciones tuvieron como consecuencia que el mundo se dividiera en tres bloques económicos:

1. El mundo o sistema capitalista (países desarrollados)
2. El mundo socialista
3. El sistema capitalista de los países en desarrollo o subdesarrollados, también denominado Tercer Mundo.

Países del mundo capitalista desarrollado

El capitalismo es un sistema político-económico en el cual la propiedad de los medios de producción necesarios para el trabajo es privada (materias primas, instrumentos, maquinaria, etc.). En este sistema, los precios están sujetos a la ley de la oferta y la demanda porque así lo requiere una economía de mercado en la que existe la denominada libre competencia. También se presenta una gran división del trabajo y, por desempeñarlo, se recibe un salario con el que se adquieren los productos y/o servicios necesarios para vivir. Este sistema también propicia la organización de monopolios (control de la industria, producción y comercialización de un producto en forma exclusiva) y oligopolios (un grupo reducido de empresas que controlan el mercado de un producto). Bajo este sistema se encuentran 133 países del mundo; debido a su desarrollo económico e influencia en el mundo destacan países como Estados Unidos de América, Japón, Francia, el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, Australia, Nueva Zelanda, Israel y Sudáfrica.

- Estados Unidos de América (EUA)

Este país encabeza el bloque capitalista por su elevado desarrollo científico y tecnológico, lo cual le permite una gran producción en todos los rubros económicos. En el aspecto agropecuario y forestal tiene un gran avance, pues presenta un mayor rendimiento por hectárea, agricultura intensiva, diversificación productiva y elevada tecnología. Las tierras cultivables ocupan 21 % de la extensión territorial y 31 % corresponde a los bosques. Entre los principales productos agrícolas se encuentran los cereales, el algodón, el tomate y el sorgo, y es primer productor de maíz en el mundo; también destaca en la ganadería y minería. Cuenta además con abundantes fuentes de energía y recursos naturales como petróleo, carbón, uranio hierro y electricidad.

En el aspecto comercial ha alcanzado un elevado desarrollo en todo el mundo, puesto que su red comercial ha penetrado en muchos países que, con el tiempo, se han convertido en deudores. Además, la concentración de empresas norteamericanas ha determinado la formación de grandes monopolios que impiden la competencia y aseguran el mercado. Las ramas más importantes de la industria son la metalurgia, automovilística, aeroespacial, ferroviaria, naval, de maquinaria agrícola, de aparatos domésticos y de oficina, química y textil.

En el transporte y comunicación también presenta un gran desarrollo; sus carreteras se encuentran en excelentes condiciones.

La flota mercante es la primera del mundo con más de cuatro mil buques de gran tonelaje. En cuestiones de comunicación es una de las sociedades más informadas del mundo por el elevado número de revistas y periódicos que circulan, sin mencionar la radio, televisión e Internet. La cinematografía representa otro rubro importante en la economía del país.

• Francia

Este país presenta un elevado desarrollo en casi todos los sectores productivos: agrícola, ganadero, pesquero, minero e industrial. Su riqueza reside básicamente en la agricultura, ya que tiene una amplia y variada producción, principalmente de cebada, centeno, avena, maíz, trigo, papa y remolacha azucarera y grandes extensiones de viñedos, por lo cual es el mayor productor de Europa Occidental. También es un importante criador de ganado vacuno. Otro rubro en el que destaca Francia es que es uno de los países mejor comunicados de Europa debido a sus tierras llanas, y a la comunicación marítima y fluvial. En el ramo industrial se destacan la fabricación de perfumes franceses los mejores, así como la vestimenta, guantes, porcelana, cristales y relojes; se caracteriza también por su elevado desarrollo siderúrgico. Francia exporta automóviles, textiles, maquinaria de presión y productos químicos y, a su vez, importa materias primas como carbón, plomo, algodón, lana y algunos alimentos. El turismo es un rubro importante, ya que deja altos dividendos.



• Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte

Esta es una de las principales naciones industriales y comerciales del mundo. La industrialización temprana del país se debe principalmente al carbón y al hierro. Este país fue uno de los primeros en desarrollar centrales nucleares para la producción de electricidad. También destaca en la industria textil. La cría de ganado ovino para la producción de lana y carne fue una de las mayores actividades durante la etapa del imperio colonial. En el rubro de la agricultura, registra altos grados de eficiencia y productividad y tiene 77 % de su suelo dedicado a algún tipo de uso agrícola. El comercio

internacional ha sido vital para el Reino Unido durante cientos de años, y en la actualidad ocupa el quinto lugar mundial este rubro, ya que sus exportaciones superan a las de Estados Unidos de América y Japón. Tiene un lugar destacado en la producción de energía eléctrica, armas, automóviles y aviones. Las principales exportaciones del país son los tejidos de algodón, hierro, acero y carbón, y las principales importaciones son lana, yute, algodón y seda.

• Japón

Este país cuenta con poco suelo cultivable, puesto que su superficie está cubierta en 70 % por áreas boscosas. Por esta razón se vio en la necesidad de explotar sus recursos marinos y, gracias a que se halla en una zona de confluencia de corrientes cálidas y frías, sus áreas pesqueras son privilegiadas; debido a estos y a que pesca en todos los océanos, Japón es el principal país pesquero del mundo. También extrae fertilizantes del mar compuestos por los desechos de las numerosas especies que lo habitan y destaca en el cultivo de perlas y algas comestibles.

La industria es el sector en el cual compete actualmente con los principales países del mundo, para lo cual ocupa al 35 % de su población económicamente activa (PEA), que produce 42 % de su Interno Bruto (PIB), destacan la producción mecánica, química, metalúrgica, óptica, eléctrica y electrónica.



La escasez de materias primas se suple con mano de obra abundante y calificada para la elaboración de todos los artículos que invaden el mercado mundial. También ocupa el primer lugar en la construcción naval y cuenta con algunos de los barcos más importantes del mundo.

Países del mundo socialista

El sistema económico socialista se implantó por primera vez en 1917 en la URSS, después del triunfo de la Revolución Rusa, de acuerdo a lo cual se estableció una organización con ciertas

Características como:

- La desaparición de las empresas privadas.
- El control estatal de los medios de producción y la intervención del Estado en todas las actividades económicas.
- La desaparición de la libre competencia.
- El crecimiento de la ciencia y tecnología al servicio del desarrollo del país.
- La existencia de una sola clase social (la trabajadora), sin lucha de clases.

Tabla 3.5
Países socialistas del mundo.

País	Capital	Ingreso per cápita (en dólares, 2000)	Porcentaje de analfabetismo	Porcentaje de desempleo
Cuba (América)	La Habana	1 700	4.0	6.0
República Popular de China	Beijing	750	30.0	9.8
República Democrática Popular Laos	Vientiane	290	43.4	2.6
República Socialista de Vietnam	Hanoi	370	6.7	10.3
República Popular Democrática de Corea	Pyeongyang	457	5.0	-

Cuba. Es el único país de América que mantiene actualmente un Estado socialista. Tiene una superficie de 110 922 km², una población absoluta de 11 148 000 habitantes y una densidad de 101 habitantes por km².

República Popular China. Este país asiático tiene la mayor población del mundo, superior a los 1 225 millones. La agricultura es la principal actividad económica; se cultiva colectivamente, con una organización en cooperativas de producción agrícola e industrial. China produce algodón, arroz, frijol, maíz, papa, tabaco, trigo y cacahuate; también se practica la horticultura. Es líder mundial en la cría de ganado porcino.

República Democrática Popular Laos. País con recursos minerales como el estaño, plomo, zinc, carbón y hierro. El cultivo de arroz y la pesca son las fuentes básicas de alimento.

República Socialista de Vietnam. Este país es uno de los 13 más poblados del mundo y a pesar de haber estado en guerra durante muchos años, es considerado ahora como el país con más rápido crecimiento económico en el mundo debido a sus reformas de libre mercado.

República Popular Democrática de Corea (o Corea del Norte). En el territorio de este país se llevó a cabo la guerra entre los Estados Unidos y China. Este país tiene más de 21 millones de habitantes. El gobierno lo ejerce una Asamblea Suprema Popular, (que elige al presidente) y el poder político se concentra el Partido Coreano de los Trabajadores.

En este grupo también se encuentran Camboya, la República Democrática Popular de Laos, la República Popular de Mongolia y la República Socialista de Vietnam.

En África hay diez países socialistas, entre éstos la República Popular de Angola, la República del Congo y la República de Mozambique.

Países capitalistas en desarrollo o países del Tercer Mundo

A este bloque pertenecen más de 100 países, la mayor parte de los cuales no ha tenido un avance económico y social significativo hasta hoy. Al contrario, algunos muestran un retroceso económico debido a la falta de infraestructura básica y, como consecuencia, se presentan bajos niveles de producción, educación, ciencia y salud. Además, tienen graves problemas para mantener su autodeterminación y ejercer su soberanía.

Varios de estos países, sobre todo de América Latina y entre ellos México, tienen una fuerte dependencia e influencia económica, política, social y cultural de países desarrollados como los Estados Unidos de América (EUA). Sin embargo, aun cuando las materias primas de Latinoamérica son incalculables, su deuda externa crece cada día y de esta manera la dependencia no cesará en un futuro próximo.

Muchos países del Tercer Mundo, particularmente los del continente africano, enfrentan una situación de pobreza extrema que ha desatado enfermedades, hambrunas y un aumento desmedido de la mortalidad. Al revisar las características de estos países se debe reflexionar sobre posibles soluciones que ayuden a mejorar su situación, tales como: el buen aprovechamiento de sus recursos naturales, acelerar planes de desarrollo interno, fomento de la investigación científica para adquirir tecnología propia y el establecimiento de políticas económicas nacionalistas en lo referente a la inversión extranjera, entre otras.

7.3 Bloques económicos.

La competencia entre los países más industrializados del mundo ha dado lugar a la formación de bloques económicos que fomentan el comercio internacional. De esta manera, se han celebrado numerosos tratados, entre los cuales podemos mencionar algunos de los más destacados:

Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN). Integra a Estados Unidos, Canadá y México. En este tratado se establece una zona de libre comercio e inversión en la que sobresale el capital estadounidense.

Mercado Común de América del Sur (MERCOSUR). Inicialmente conformado por Brasil,

Argentina, Uruguay, Paraguay y Venezuela, aunque de manera posterior se han asociado países como Chile, Bolivia, Perú, Ecuador y Colombia. Dispone de una unión aduanera y zona de libre comercio con cierta supremacía de Brasil.

Unión Europea (UE). Está integrada por 15 países y establece un sistema bancario central, una moneda única (EURO), libre circulación de personas, mercancías, servicios y capitales. Se instituyó con la firma del Tratado de Maastricht en Holanda en febrero de 1992, el cual entra en vigor el 1 de enero de 1994. En 2004 se incorporaron 10 países de Europa Oriental.

Cooperación Económica de Asia y del Pacífico (APEC). Este bloque está integrado por Japón, Corea del Sur, China, Taiwán, Filipinas, Tailandia, Malasia, Indonesia, Nueva Guinea, Australia y Nueva Zelanda, Estados Unidos, Canadá, México, Chile y Perú. Su conformación descansa en la integración de los sistemas productivos para desarrollar un espacio económico común, en el que Japón tiene un papel predominante por su mercado, capital y tecnología.

Organización Mundial de Comercio (OMC). Esta organización regula y supervisa el acuerdo comercial entre los países en condiciones de igualdad. Es también un foro de negociaciones comerciales y para la resolución de conflictos.

Fondo Monetario Internacional (FMI). Esta organización es la encargada de regular los préstamos a diversos países, así como los pagos de la deuda.

Banco Mundial (BM). Proporciona fondos para la ejecución de proyectos que favorezcan el desarrollo de las naciones.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. Alzerreca A.H. (1992). Producción y Utilización de Pastizales de la Zona Andina de Bolivia. Red de Pastizales Andinos REPAAN Instituto Boliviano Tecnología Agropecuaria La Paz Bolivia 146p.
2. Bernal J. M. (1991). Pastos y forrajes tropicales Producción y Manejo 2da Edición Colombia Banco Ganadero 543p.
3. Carambula M. (1981). Producción de Semillas de Plantas Forrajeras Montevideo Uruguay Hemisferio Sur 518 p.
4. Cifuentes Lemus, José Luis (1986). *El océano y sus recursos*. La Ciencia para Todos, 2 vols. México, Fondo de Cultura Económica -sep- conacyt.
5. Duarte, Carlos Manuel (2006). *Cambio global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra*. Colección Divulgación. Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
6. Dobrin, Milton. (1998) "Introducción a la Prospección Geofísica" Editorial Omega.
7. Escobar Muñoz, Alicia (2004). *Geografía general*. Ciencias Sociales. México, McGraw-Hill.
8. Espadas Ancona, Uuc-Kib, Hipólito Rodríguez Herrero y Narciso Barrera Bassols
9. (2007). *Estructura socioeconómica de México*. 3a. ed., Xalapa.
10. Gómez Sosa, Rosa María, Narciso Barrera Bassols y Benjamín Ortiz Espejel (2007). *Ciencias de la Tierra*. 4a. ed., Xalapa.
11. Heiskanen W.A. (1958) The earth and his gravity field, Me Graw Hill.
12. Howell, Benjamín (1992), Introducción a la Geofísica, Editorial Omega. Barcelona.
13. Sumner, Johns (1999) Geophysics. Geologic structures and tectonics. WNC, Brown Company Publishers.
14. Howell, B. (1992). Introducción a la Geofísica. Editorial Omega. Barcelona.
15. Guerrero, Manuel (1991). *El agua*. La Ciencia para Todos. México, Fondo de Cultura Económica, -sep- conacyt.
16. Griffiths y King.(1987) "Geofísica aplicada para Ingenieros y Geólogos. Editorial Paraninfo

17. Lugo Hubp, José (1992). *La superficie de la Tierra. Procesos catastróficos, mapas, el relieve*. La Ciencia para Todos. Fondo de Cultura Económica.
18. (1995). *La superficie de la Tierra. Un vistazo a un mundo cambiante*, La Ciencia para Todos.
19. México, Fondo de Cultura Económica, -sep- conacyt.
20. Margalef, Ramón (1981). *Ecología*. 2a. ed., Barcelona, Planeta.
21. Nava, Alejandro (1993). *La inquietante superficie terrestre*. La Ciencia para Todos. Mx
22. Fondo de Cultura Económica, -sep- conacyt.
23. Quiroga Venegas, Lucía y Genoveva Acosta Milián (2006). *Geografía. básica*. Editorial Mexico.
24. Smith, P. (1995) *Temas de Geofísica*. Editorial Reverté.
25. Sumner, J. (1969) *Geophysics, Geologic Structures and tectonics*. Brown Foundations of earth Sciences Series.
26. Strahler, Arthur N. (1979). *Geografía física*. Barcelona, Omega.
27. Tarrío García, María, Sonia Comboni Salinas y Roberto Diego Quintana (2007). *Mundialización y diversidad cultural. Territorio, identidad y poder en el medio rural*
28. Colección Teoría y Análisis. México, División de Ciencias Sociales, Unidad Xochimilco, UAM.
29. Tirado Benedic, Domingo. (1969). *La enseñanza de las ciencias de la Naturaleza*. Fernandez Editores, S.A

Este Manual, se terminó de editar en

1ª Edición fecha 25/05/2019 en

EDITORIALES COINFERDEZ SRL.

<http://fcanuto.wixsite.com/ingagricola>

Oruro Bolivia