Ciencias de la Tierra

Curso: 5to “B”

Año lectivo: 2025

Profesora: Monrrobel Liliana

para entrar en tema

El origen de la Tierra

Los científicos afirman que el Sistema Solar comenzó a formarse hace unos 5.000 millones de años, a partir de una nube molecular de polvo y de gas (**nébula**), la cual se separó de la Vía Láctea. Esa nube se fue condensando y enfriando, y la mayor parte de la materia se concentró en una zona central formando un Sol primitivo, o **protosol**, compuesto principalmente por hidrógeno y helio. El resto de la nube molecular –constituida por hidrógeno y, en menor medida, por otros elementos químicos, como el hierro, el silicio y el magnesio– se distribuyó en forma de disco alrededor del protosol. Éste aumentó su temperatura hasta alcanzar el punto de fusión, y fue entonces cuando en su superficie se desencadenaron fuertes vientos y tormentas que expulsaron partículas de hielo, granos minerales, hidrógeno y helio hacia el espacio.

Se calcula que la Tierra y el resto de los planetas terminaron de formarse hace unos 4.500 millones de años. Pero, ¿de qué manera ocurrió?

En 1944, el geofísico ruso Otto Schmidt propuso su **teoría de la acreción**, según la cual, en un primer momento, las partículas de hielo se unieron a los granos minerales ubicándose en la parte más interna del disco, mientras que los gases fueron expulsados a mayor distancia. Estas primeras agregaciones de materia fueron creciendo por adición, es decir acreción, y formaron grava, la cual dio lugar primero a bolas pequeñas, luego a bolas grandes y, finalmente, a planetas diminutos: los **planetesimales**.

Los planetesimales giraban en órbitas alrededor del Sol, chocando entre sí y fragmentándose. Los de mayor tamaño fueron incorporando pequeños fragmentos y creciendo, hasta constituir los **planetas**. Pero la historia no termina aquí...

Actualmente sabemos, por la **teoría de la deriva continental**, que los continentes, y también el fondo de los océanos, se desplazan aproximadamente a la misma velocidad con que crecen las uñas de una persona. La formación de los continentes y los movimientos que tuvieron lugar hasta alcanzar su distribución actual ocurrieron después de los 3.500 millones de años.

Lo importante –como afirma el astrónomo norteamericano George W. Wetherill– es que debieron transcurrir por lo menos 500 millones de años antes de que se formara nuestro gran planeta a partir de planetesimales de tan sólo 10 km de diámetro, y otros 500 millones hasta que se pudieran identificar las masas continentales y los océanos.

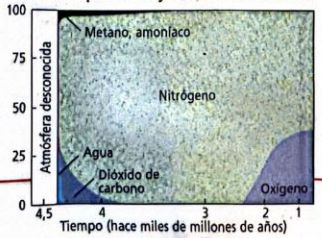
El hecho es que las rocas terrestres más antiguas encontradas hasta la fecha tienen 3.800 millones de años (si se exceptúan algunos pequeños núcleos en América del Norte, de 3.960 millones de años). Y los primeros restos de células datan de hace unos 3.500 millones de años (¿o tal vez de un poco antes?).

Fuente: "La evolución de la Tierra", *Investigación y Ciencia*, diciembre de 1994.

© Santillana S.A. Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Análisis del trabajo científico

1. ¿Cuál es el punto de vista actual sobre la formación del planeta y qué fundamentos tiene esta teoría?
2. ¿Comparte la Tierra el mismo proceso de formación que el resto de los planetas del Sistema Solar o tiene un origen diferente?
3. ¿Por qué se afirma que la Tierra es un planeta en continuo cambio? ¿Cuáles son los indicios que nos permiten afirmar, por ejemplo, que la disposición de los continentes y de los océanos no fue siempre la misma, o que la composición atmosférica era muy diferente de la actual?
4. Teniendo en cuenta que los científicos pueden establecer la edad de las rocas, ¿dónde esperarían encontrar rocas más antiguas, cerca o lejos de las dorsales?
5. Analicen el siguiente gráfico, que explica cómo cambió la composición de los gases atmosféricos y cómo el agua dejó de ser un componente atmosférico importante y formó los océanos.



¿Cuándo y cómo fueron posibles la aparición y el desarrollo de la vida en el planeta?

6. Algunos científicos reconocidos, como Svante August Arrhenius, afirmaron que la vida en la Tierra tuvo un origen extraterrestre y que las primeras bacterias llegaron en meteoritos cuando éstos bombardearon la superficie del planeta. Ustedes, ¿qué opinan?
7. Reúnanse en equipos. Cada uno contará lo que conoce o imagina sobre el origen de los continentes, los océanos y la atmósfera terrestres. Mediante votación, elijan la que consideren como mejor explicación.

Las ondas sísmicas aportan datos sobre la estructura interna

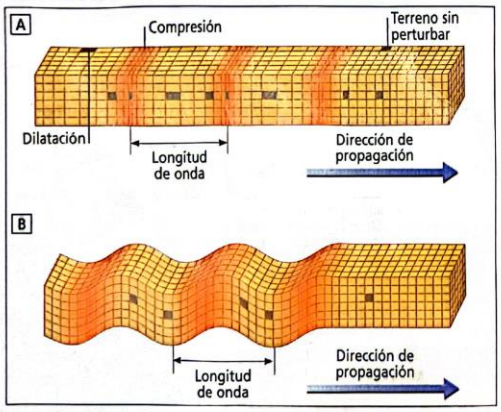
En la antigüedad, se discutía si la Tierra estaba surcada internamente por cientos de túneles intercomunicados, si era hueca o si consistía en un centro de fuego conectado con la superficie a través de conductos, por los que surgían dicho elemento y también la roca fundida.

Si bien aún se desconocen algunos aspectos de la estructura interna y de la composición de nuestro planeta, los científicos construyeron un modelo de la Tierra sobre la base de datos e información obtenidos por métodos indirectos de estudio, tales como el análisis de las **ondas sísmicas** y del **geomagnetismo**, o magnetismo terrestre.

El estudio de las ondas sísmicas proporcionó valiosa información para el conocimiento de la estructura interna de la Tierra. Cuando se produce un movimiento sísmico, se libera gran cantidad de energía en forma de ondas, a las que se denomina ondas P (primarias) y ondas S (secundarias).

- **Ondas P:** son las que viajan con más rapidez; al paso de una onda de este tipo, *las partículas del medio se mueven paralelas a su propagación*, en forma parecida a como se mueven las espiras de un resorte, es decir, comprimiéndose y estirándose. Producen un *cambio en el volumen*, a causa de la compresión y la dilatación del medio que atraviesan.
- **Ondas S:** producen un *movimiento transversal de las partículas del medio con respecto a la dirección de propagación de la onda*, algo similar a como se propagan las ondas en una cuerda atada a un extremo cuando se mueve rápidamente el otro extremo hacia arriba y hacia abajo. Producen un *cambio en la forma* del medio en el que se propagan.

Cuando llegan a la superficie, las ondas S dan origen a las **ondas L**, las cuales se propagan por la corteza terrestre produciendo los conocidos efectos catastróficos de los **terremotos**.



Propagación de las ondas P (A) y S (B).

La velocidad de propagación de las ondas sísmicas depende de las propiedades físicas del medio en que lo hacen, como la densidad, la rigidez y la compresibilidad.

- En un medio homogéneo, la velocidad es constante.
- A medida que aumenta la densidad, aumenta también la velocidad.
- Si la Tierra tuviera una composición uniforme, la velocidad aumentaría progresivamente con la profundidad, ya que a mayor profundidad, la presión –y por lo tanto la densidad– es mayor.

Sin embargo, cuando se registra la velocidad de las ondas sísmicas, se observan cambios bruscos, lo que indica que la *Tierra está formada por capas con distintas propiedades físicas.*

Física

Ondas, velocidad de propagación, movimiento.

▲ *En una estación sismográfica se registra un terremoto. ¿Qué ondas llegarán primero: las P o las S? ¿Por qué?*

En el capítulo 16 se analiza la propiedad del geomagnetismo en el contexto de la determinación del tiempo geológico.

© Santillana S.A. Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

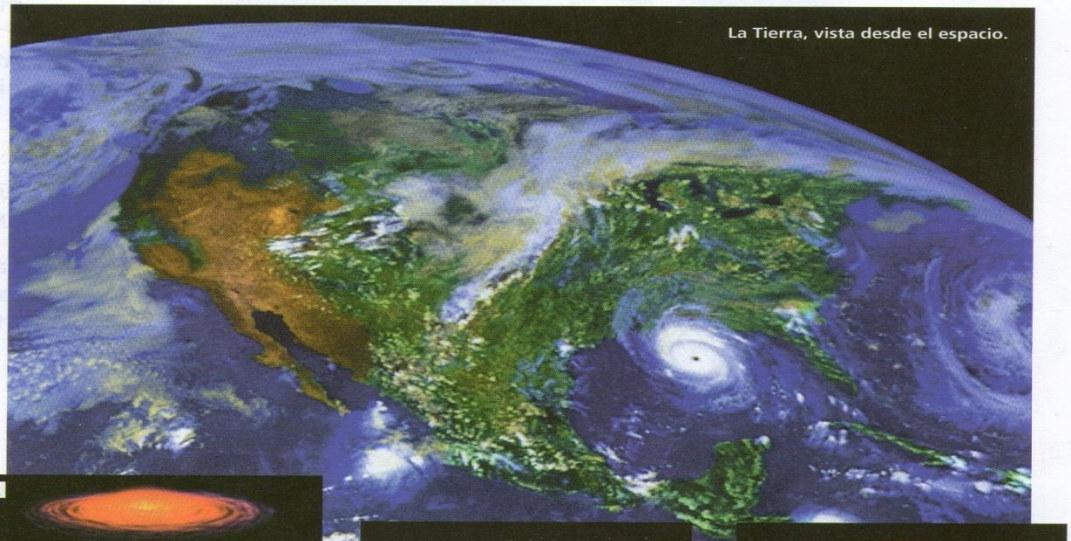
CIENCIAS DE LA TIERRA

EJE N° 1: GEOSFERA, UBICACIÓN Y COMPOSICIÓN

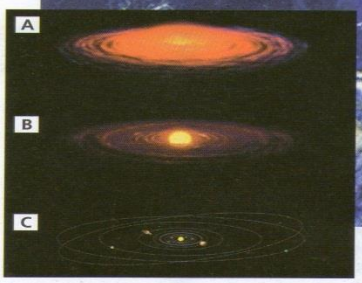
UNIDAD 1: LA TIERRA EN EL SISTEMA SOLAR

ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA TIERRA

El bello planeta azul envuelto en nubes blancas, que podemos reconocer actualmente en imágenes satelitarias, parece muy estable: continentes y océanos rodeados de una atmósfera rica en oxígeno, donde se asientan las formas de vida que conocemos. Pero esto es sólo una ilusión... La Tierra se caracteriza por una historia de violentos y constantes cambios desde su origen, hace unos 4.500 millones de años, y no es posible explicar su estructura actual sin tenerlos en cuenta.



La Tierra, vista desde el espacio.



Hace 4.500 millones de años, a partir de una nube de polvo y de gas se formaron los planetesimales, entre ellos el núcleo de la Tierra primitiva. A: Nube de polvo y de gas en rotación. B: Concentración de la nebulosa en la zona central, que forma el Sol. C: Distribución actual de los planetas.

Hace unos 4.350 millones de años, intensos bombardeos meteóricos sacudieron el joven planeta, pero como su superficie estaba fundida por las altas temperaturas no quedaron señales del impacto.

Hasta hace unos 3.000 millones de años, una espesa nube de metano, producto de la actividad de antiguos organismos, cubría la Tierra.

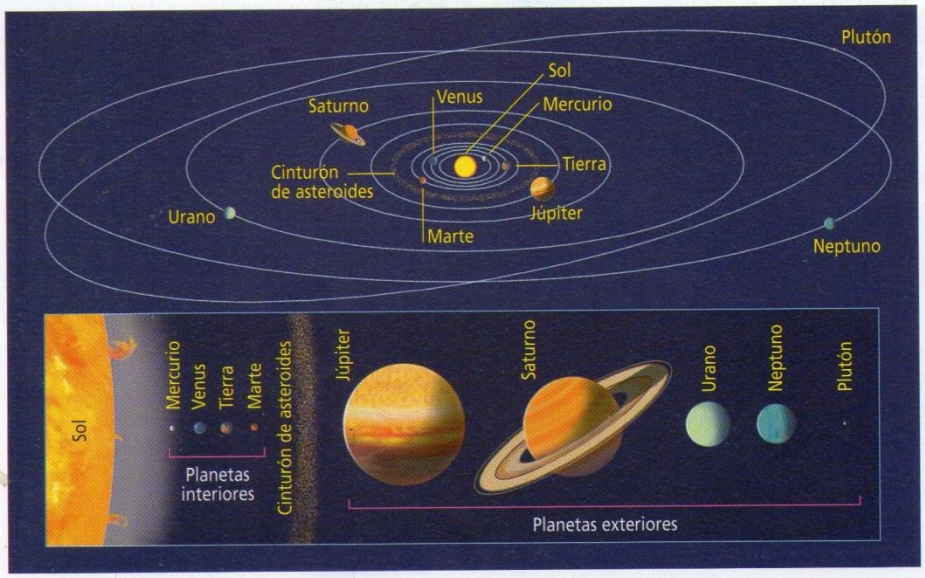
La Tierra en el Sistema Solar

Nuestro planeta, la Tierra, presenta una serie de peculiaridades y características que lo distinguen de los demás; por lo tanto, no es posible estudiar su origen, composición y evolución sin tener en cuenta que forma parte del Sistema Solar.

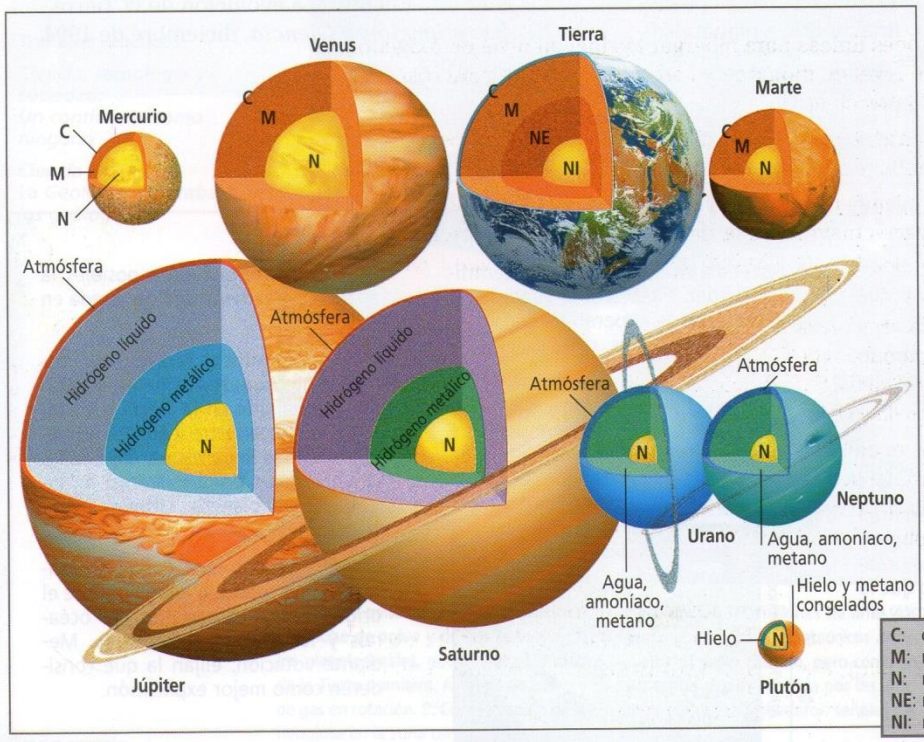
De la observación de las siguientes ilustraciones se pueden extraer algunas conclusiones importantes sobre la Tierra. ¿Con qué planetas presenta la Tierra similitudes en cuanto a la localización, la estructura y el tamaño? ¿Qué compuestos químicos son los más importantes en su constitución?

Astronomía

Sistemas solares, órbitas, planetas, satélites.



Representación esquemática del Sistema Solar. El Sistema Solar está formado por una estrella, el Sol, alrededor de la cual giran en órbitas elípticas nueve **planetas**, los **satélites** (cuerpos que giran alrededor de los planetas) y más de 50.000 **asteroides** (que forman un cinturón entre Marte y Júpiter). Hacia el exterior, una nube de **cometas**, la **nube Oort**, atraviesa el sistema (dichos cometas no están representados). El cinturón de asteroides delimita los **planetas interiores**, o **terrestres**, y los **planetas exteriores**, o **jovianos**. Plutón tiene una órbita excéntrica, fuera del plano orbitario de los restantes planetas, tal vez porque originariamente fue un satélite de Neptuno.



Estructura interna de los planetas interiores y exteriores. Los planetas interiores son pequeños, sólidos y muy densos (de 4.000 a 5.500 kg/m^3), y están formados por un 90% de hierro, oxígeno, silicio y magnesio, con un nivel muy bajo de hidrógeno y de helio. Los planetas exteriores son gigantescos y poco densos (de 1,64 a 0,69 g/cm^3) y tienen anillos a su alrededor: Júpiter y Saturno están compuestos por un 97 y 70% de hidrógeno y helio, respectivamente, mientras que Urano y Neptuno presentan un 10-20% de estos mismos gases, y el resto es una masa de hielo (metano, amoníaco y agua congelados) y material rocoso. Finalmente, Plutón es un planeta pequeño y poco denso, tan sólo 2,03 g/cm^3 (en realidad forma un sistema planetario doble con su satélite Charon), compuesto también por hielo y metano congelados.

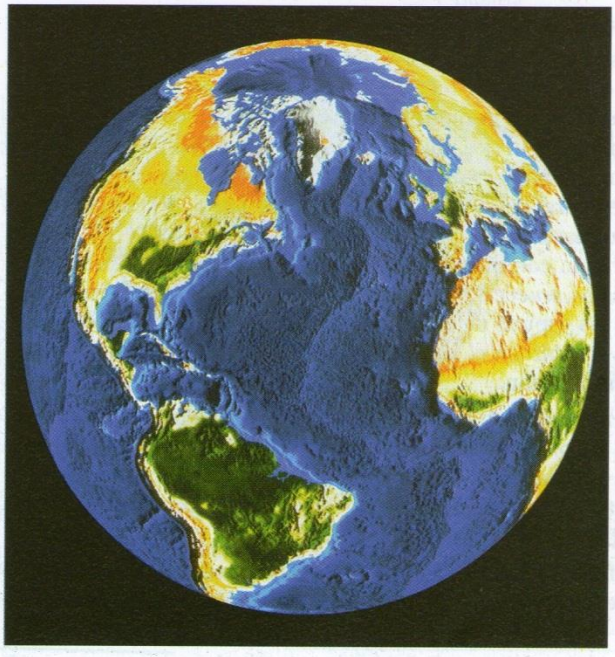
Las capas externas de la Tierra: atmósfera e hidrosfera

Las capas más externas de la Tierra son la atmósfera y la hidrosfera.

La **atmósfera** es una capa gaseosa que envuelve el planeta, mientras que la **hidrosfera** es la capa discontinua de agua que recubre muchas zonas de su superficie.

El origen y la formación de ambas capas están íntimamente ligados, y tuvieron lugar durante las primeras etapas de la evolución del joven planeta.

El análisis de la fotografía de la derecha les permitirá comprender algunas de las características más notables de la atmósfera terrestre.



Dos características descollantes del planeta Tierra son la presencia de una "esfera" de agua líquida permanente y de una atmósfera con un elevado nivel de oxígeno.

Química

Composición de gases de la atmósfera, agua en estado líquido, efecto invernadero.

Entre los planetas interiores, a pesar de sus similitudes, existe una gran diversidad en cuanto a sus atmósferas.

- La Tierra reúne condiciones únicas para albergar la vida: un nivel de oxígeno elevado (más del 20%) y un nivel de dióxido de carbono suficiente para mantener el efecto invernadero (0,03 por ciento).
- En Mercurio prácticamente no existe atmósfera, y sólo se aprecian pequeñas cantidades de hidrógeno, helio y dióxido de carbono.
- En Venus, la atmósfera es muy espesa y ejerce sobre la superficie del planeta una presión unas noventa veces mayor que la de la Tierra. Su composición química consiste en un 96,5% de dióxido de carbono y menos del 1% de agua, dióxido de azufre y gases nobles.
- Finalmente, en Marte, la atmósfera es muy tenue, con valores de presión a nivel del suelo unas ciento cuarenta veces menores que los de la Tierra. Químicamente, se asemeja mucho a Venus: 95,3% de dióxido de carbono, 2,7% de nitrógeno, 1,6% de argón y menos del 1% de oxígeno, monóxido de carbono, agua y gases nobles.

Respecto de la hidrosfera, el ciclo anual del agua moviliza y pone en circulación la mayor masa de materia de la Tierra. Más del 97% de la hidrosfera es agua salada, con distintas sustancias disueltas. El resto se reparte entre los lagos, ríos y arroyos, las aguas subterráneas, y también en forma sólida.

En el capítulo 3 se analizan en detalle las características de la atmósfera, la hidrosfera y el efecto invernadero; en el 4, la dinámica de la atmósfera y de la hidrosfera en relación con los fenómenos climáticos.

El agua –compuesto extraordinario con propiedades únicas, como su capacidad de disolución, su densidad, su calor específico y su tensión superficial– permite el sustentamiento de la vida y, a su vez, constituye del 70 al 90% del peso de los seres vivos.

Una radiografía de la Tierra: la estructura interna

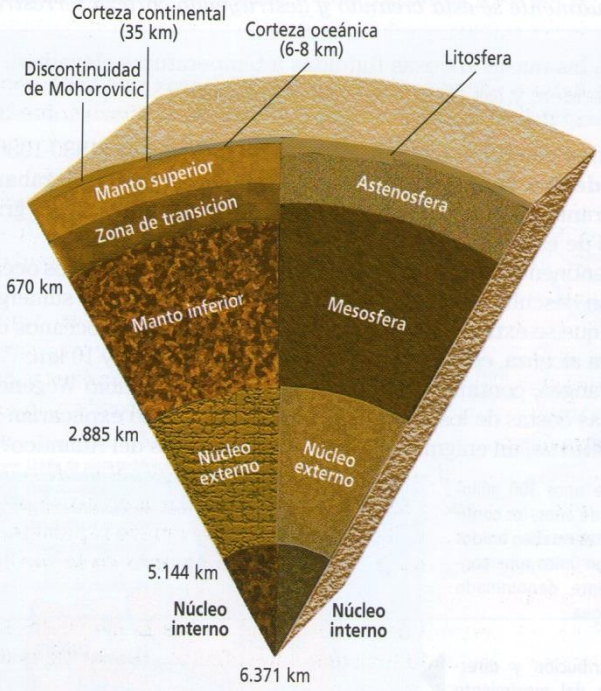
*La estructura de las capas que forman la Tierra se puede analizar desde dos puntos de vista diferentes: según su **composición química** o según sus **propiedades físicas**. Tanto el criterio químico como el físico coinciden en ubicar el núcleo en el centro de la Tierra.*

Estructura interna de la Tierra según su composición química

Corteza. Capa más externa de la Tierra. Su grosor respecto del resto del planeta es comparable al de la cáscara de una manzana respecto del fruto. En la corteza se encuentran, además de oxígeno y silicio, metales livianos, como aluminio, sodio, potasio y calcio, que la hacen una *capa liviana y poco densa*.

Manto. Capa ancha de *rocas densas y pesadas*. Se extiende hasta 2.900 km de profundidad. Puede ser dividido en dos grandes partes: el **manto inferior** –más denso, por la presencia de hierro y magnesio– y el **manto superior** –menos denso, por tener menores porcentajes de esos elementos–. El mayor peso del manto, comparado con el de la corteza, se debe a que, además de silicio y oxígeno, cuenta con grandes cantidades de hierro y magnesio.

Núcleo. Centro de la Tierra, *mucho más denso* aún que el manto y la corteza, porque está compuesto por hierro y níquel. En el **núcleo externo** abundan hierro y níquel, y en el **núcleo interno**, sólo hierro.



Estructura interna de la Tierra según sus propiedades físicas

Litosfera. Capa más externa, de roca rígida y quebradiza, que abarca tanto la corteza como la parte más externa del manto.

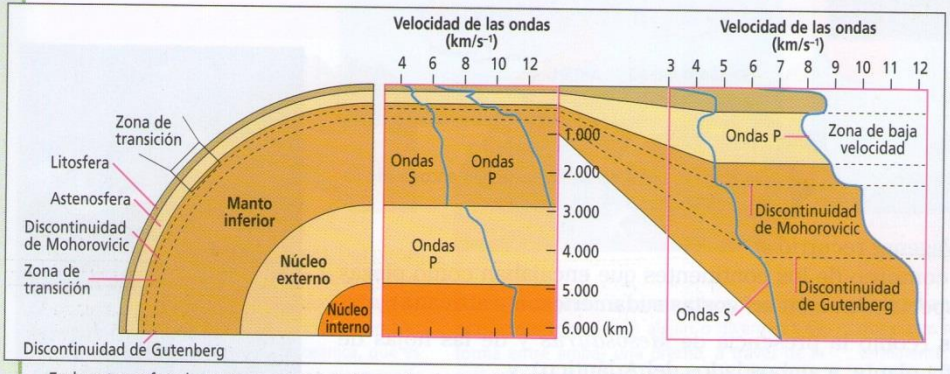
Astenosfera. Capa blanda, de roca semifundida a causa de las altas temperaturas (alrededor de 1.400 °C), mucho mayores que las de la litosfera. Podríamos imaginarla como una especie de melaza sobre la cual flotan y se desplazan lentamente los fragmentos de litosfera, fría, rígida y quebradiza.

Mesosfera. Capa de consistencia algo más rígida que la astenosfera.

Núcleo. Tiene las mismas características que las señaladas respecto de la composición química.

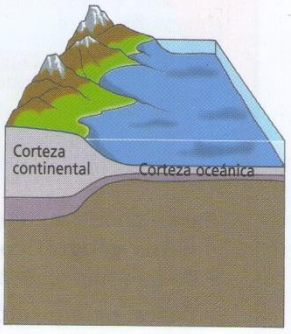
El desplazamiento de la litosfera sobre la astenosfera es un fenómeno de importancia para comprender muchísimos procesos que afectan a nuestro planeta, como el movimiento de los continentes, la producción de sismos, la formación de los volcanes y de las cadenas montañosas y la creación de una litosfera oceánica nueva.

Variación de la velocidad de las ondas P y S con la profundidad



En la astenosfera hay una zona en que las ondas sísmicas P y S tienen baja velocidad, cerca de la superficie. Esta velocidad aumenta progresivamente hasta una profundidad que puede variar entre 15 y 80 km, donde se registra un incremento brusco. Esta discontinuidad, denominada **de Mohorovicic**, o simplemente **Moho**, *marca el límite entre la corteza y el manto superior*. A unos 2.900 km de profundidad, las ondas S desaparecen y la velocidad de las ondas P disminuye bruscamente. Esta otra discontinuidad, la **de Gutenberg**, *marca el límite entre el manto inferior y el núcleo externo*. A partir de este punto se observa, nuevamente, un incremento progresivo de la velocidad de las ondas P, hasta alcanzar los 5.000 km de profundidad, donde también reaparecen las ondas S.

Corteza y litosfera de los océanos y continentes



Hay dos tipos distintos de corteza: la **corteza oceánica**, que se encuentra debajo de los océanos y que por lo general no supera los 10 km de profundidad, y la **corteza continental**, más ancha que la anterior, de entre 50 y 70 km de profundidad.

EJE N° 2: GEODINÁMICA INTERNA DE LA TIERRA

UNIDAD 2: GEODINÁMICA INTERNA DE LA TIERRA

Montañas en movimiento

– Hace 115 millones de años –explica el doctor Víctor Ramos, una de las autoridades mundiales en geología de los Andes– Chile estaba bajo las aguas. El océano Pacífico, de hecho, llegaba hasta Punta de Vacas, no lejos de la ciudad de Mendoza. De ahí en adelante, la cordillera comienza a surgir, debido al choque de dos inmensos fragmentos de la corteza terrestre: la placa continental (que carga a sus espaldas con América del Sur) y la oceánica, que tiene por encima toda el agua del Pacífico.

Esta fabulosa compresión fue arrugando el oeste sudamericano, a fuerza de sucesivos aplastamientos de bloques geológicos. El proceso se agudizó en los últimos 20 millones de años. Fue entonces cuando las convulsiones terrestres corrieron 27 kilómetros un volcán de la costa y elevaron el suelo a sus pies para dar nacimiento al Aconcagua, el mayor de los cerros andinos. La presencia de fósiles marinos sobre sus laderas, a más de 4500 metros de altura, nada tiene de prodigioso.

– *El levantamiento cordillerano habrá desatado cambios significativos.*

– Enormes. No se limitó a provocar el retroceso del mar, dando origen a la franja que hoy ocupa Chile. También impidió la entrada de los vientos húmedos que soplan del Pacífico, y vastas regiones se volvieron desiertos. Las lluvias sólo beneficiaron una lonja estrecha, pegada a la cordillera, donde actualmente verdea el bosque andino-patagónico. Antes prosperaban árboles en medio de la Patagonia, como atestiguan los bosques petrificados de Chubut y Santa Cruz. Con ellos desaparecieron muchas especies zoológicas.

Lo más interesante del caso [...] aún no ha terminado. Los Andes siguen creciendo. Sus progresos se miden en milímetros por año, aunque no faltan estirones repentinos. En 1977, durante el terremoto que destruyó Caucete, la Sierra Pie de Palo se elevó un metro. [...]

Existe un delicado equilibrio entre el crecimiento y la pérdida de altura que causa la erosión. Lo cierto es que dentro de 10 millones de años, las ciudades de San Juan y Mendoza formarán parte de la cordillera. Donde hoy se extienden calles y edificios, mañana brotarán montañas. Tengamos en cuenta que el Cerro de la Gloria no existía hace 2 millones de

años. Por otro lado, el arrugamiento terrestre reducirá en unos 80 kilómetros la distancia entre Santiago de Chile y San Luis. Argentinos y chilenos estaremos más cerca que nunca.

– Pero difícilmente sobrevivamos para gozarlo.

– Supongo que tampoco presenciaremos el día en que la Isla de Pascua, que navega hacia América a una velocidad de nueve centímetros anuales, llegue por fin a puerto.

Los tiempos humanos resultan insignificantes para la geología. Si proyectamos la historia de la Tierra en un calendario, descubriremos que el hombre es un recién venido: el último segundo del 31 de diciembre marca su aparición en escena.

Del reportaje al doctor Víctor Ramos (en esa fecha, director del Departamento de Ciencias Geológicas de la UBA) realizado por Roberto Cinti. Revista *Nueva*.

La edad de la Tierra

documento

La Tierra se formó a partir de materia interestelar, compuesta por gas y polvo cósmico.

Pero, para llegar a la formación de la biosfera (que significa "esfera de la vida"), sufrió una enorme cantidad de transformaciones, cuya historia está escrita, en buena parte, en sus mismas entrañas. Siglo tras siglo, se originaron los terrenos característicos de cada etapa de su evolución. A estos terrenos, fruto de la actividad terrestre de distintas épocas, recurren los científicos para "leer", como en un libro, la historia de la Tierra. A fin de comprenderla mejor, esta historia suele dividirse en etapas o **eras geológicas**, ya que en cada una se produjeron sucesos que las identifican.

TIEMPOS PRECÁMBRICOS
4000 millones de años

- Plegamiento hurónico o asíntico.
- Aparición de organismos unicelulares; algas, hongos, esponjas.

ERA PALEOZOICA
370 millones de años

- Plegamiento caledónico. Plegamiento varíscico.
- Aparición de trilobites, moluscos, peces, anfibios, insectos; helechos, gimnospermas; primeros reptiles.

ERA MESOZOICA
160 millones de años

- Plegamiento nevádico. Erupciones volcánicas.
- Dominio de los grandes saurios. Aparición de aves y reptiles mamiferoides; angiospermas.

ERA CENOZOICA
70 millones de años

- Plegamiento andino-alpino. Fracturas, cuencas de sedimentación, efusiones de lava. Glaciación.
- Aparición y desarrollo de los mamíferos.
- Aparición del hombre.

Trilobite, fósil de la era paleozoica. Su cuerpo estaba formado por tres lóbulos longitudinales.

HISTORIA DE LA VIDA EN LA TIERRA

LA TIERRA SE FORMÓ HACE 4.500 MILLONES DE AÑOS Y, SEGÚN LOS INVESTIGADORES, LA VIDA SE ORIGINÓ UNOS MIL MILLONES DE AÑOS MÁS TARDE. ¿CÓMO ESTUDIAN LOS CIENTÍFICOS UN PASADO TAN REMOTO? ¿EN QUÉ DATOS SE BASAN PARA ENUNCIAR SUS HIPÓTESIS? ¿CUÁLES FUERON LOS PRIMEROS ORGANISMOS QUE POBLARON EL PLANETA?

Investigando el pasado de la Tierra

GLOSARIO

geólogo. Científico dedicado al estudio de la Geología, la ciencia que trata de la forma exterior e interior del globo terrestre, de su formación y de los cambios que ha experimentado desde su origen.

paleontólogo. Científico dedicado al estudio de la Paleontología, la ciencia que estudia el pasado de la vida a través de los restos fósiles.

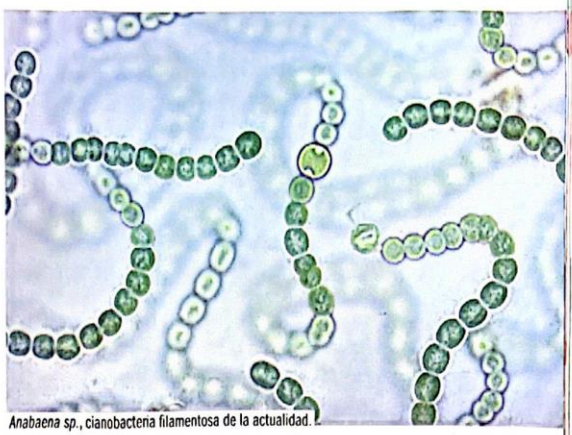
Para su estudio, los científicos dividen la historia de la Tierra en lapsos que abarcan millones de años y que reciben el nombre de **eras**. Estos enormes tiempos geológicos son subdivididos a su vez en **períodos**. Durante cada período, vivieron organismos que pudieron adaptarse y multiplicarse en las condiciones ambientales que eran características de cada uno de ellos. Los geólogos y paleontólogos pueden conocer los principales acontecimientos ocurridos en esta enorme cantidad de años mediante el análisis de las distintas capas de las rocas y los sedimentos. También el estudio de los fósiles –los restos de seres vivos u organismos completos conservados durante miles de años– permite reconstruir el pasado de la Tierra.

Observen en el siguiente cuadro los principales acontecimientos ocurridos durante las cuatro grandes eras y los períodos en que se las divide.

ERA	PERÍODO	MILLONES DE AÑOS TRANSCURRIDOS	PRINCIPALES ACONTECIMIENTOS
Precámbrico		4500-3500	Origen del sistema solar. Origen de las primeras células.
		3500-570	Primeros seres pluricelulares.
Paleozoica	Cámbrico	570-505	Incremento súbito de formas vivientes de invertebrados. Gran variedad de algas marinas.
	Ordovícico	505-438	Dominio de los invertebrados y primeros peces.
	Silúrico	438-408	Diversificación de los peces sin mandíbula. Primeras plantas e invertebrados terrestres.
	Devónico	408-360	Peces con mandíbula. Primeros insectos y anfibios.
	Carbonífero	360-286	Bosques de helechos arbóreos. Desarrollo de los anfibios e insectos. Aparición de los primeros reptiles.
	Pérmico	286-248	Origen de las gimnospermas. Diversificación de los reptiles.
Mesozoica	Triásico	248-213	Bosques de gimnospermas y de helechos arbóreos. Origen de los dinosaurios y de los primeros mamíferos.
	Jurásico	213-144	Dominio de los dinosaurios y las coníferas. Primeras aves.
	Cretácico	144-65	Primeras plantas con flores. Extinción de los dinosaurios.
Cenozoica	Terciario	65-2	Dominio de las plantas con flores, las aves, los mamíferos y los insectos.
	Cuaternario	2-0,01	Aparición de los humanos.
		0,01-actualidad	

Origen de la pluricelularidad

Un organismo **pluricelular** es aquel que está constituido por más de una célula. Cada una de ellas está diferenciada para realizar funciones especializadas, y provienen de una célula madre, que se divide y origina células hija. Las células realizan distintas funciones, como la nutrición, la relación con el ambiente, la regulación del organismo y la reproducción.



Anabaena sp., cianobacteria filamentosa de la actualidad.

¿Cómo surgieron los organismos pluricelulares?

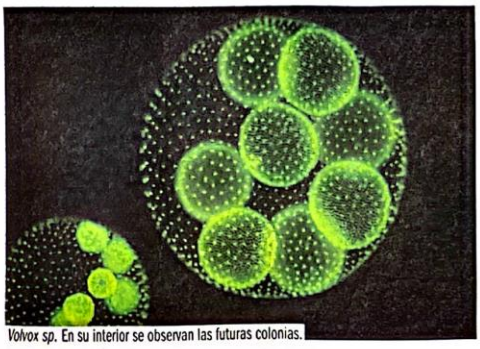
En el registro fósil, las primeras formas de vida pluricelulares que aparecieron fueron las **cianobacterias filamentosas procariotas**, hace aproximadamente 3.500 millones de años.

Los primeros signos de diferenciación celular aparecieron hace unos 2.000 millones de años, y, hace aproximadamente 1.000 millones de años, surgieron los primeros **organismos pluricelulares eucariotas.**

Es importante destacar que la aparición de estos organismos pluricelulares a partir de organismos unicelulares se ha producido en diversas ocasiones a lo largo de la historia de la vida en forma independiente.

Existen varias hipótesis acerca de cómo se originaron los organismos pluricelulares, pero una de las más aceptadas postula que se formaron **colonias**, un conjunto de células idénticas, que luego desarrollaron funciones especializadas. Estas colonias se parecerían al alga *Volvox* que, en la actualidad, vive en cuerpos de agua dulce.

Un *Volvox* típico es una colonia que tiene aproximadamente unas 2.000 células de forma esférica, rodeada por células flageladas en su superficie, que se coordinan de manera tal que la colonia puede desplazarse en el agua. Las células del *Volvox* están especializadas, o bien forman parte de la reproducción o bien de la locomoción, sin embargo, no desempeñan ambas funciones a la vez. En el interior de cada una de estas esferas crecen otras que son las futuras colonias de *Volvox*. Una vez que llegan a la madurez, la colonia madre se rompe y libera a las nuevas colonias que han crecido en su interior.



Volvox sp. En su interior se observan las futuras colonias.

Otra de las hipótesis sobre cómo surgieron los organismos pluricelulares sostiene que estos se habrían originado a partir de una división celular incompleta. Se formó entonces un citoplasma alargado, similar a un filamento con numerosos núcleos –sincitio–, que posteriormente desarrolló unas membranas que los separaron y, de esta manera, originaron una organización pluricelular.

ACTIVADOS

1. ¿En cuántas eras dividen los científicos la historia de la Tierra? ¿Cómo se denominan y cuántos millones de años abarca cada una?
2. Según las evidencias que se tienen en la actualidad, ¿en qué era aparecieron los primeros organismos pluricelulares?
3. Elijan una de las hipótesis que explican el posible origen de los organismos pluricelulares, y expliquenla en un breve párrafo.

LOS PRIMEROS ORGANISMOS PLURICELULARES

SI BIEN NO SE SABE EXACTAMENTE CÓMO SE ORIGINÓ LA VIDA, TODAS LAS EVIDENCIAS INDICAN QUE COMENZÓ EN EL AGUA. LAS PRIMERAS PLANTAS PLURICELULARES SE ORIGINARON EN EL PRECÁMBRICO, EN CAMBIO, LOS PRIMEROS ANIMALES PLURICELULARES APARECIERON Y SE DIVERSIFICARON A PARTIR DEL CÁMBRICO.

Algas verdes filamentosas que, en la actualidad, viven en los mares o en cuerpos de agua dulce.

Las primeras plantas pluricelulares

Las células eucariotas unicelulares que contenían cloroplastos originaron las primeras plantas pluricelulares durante el Precámbrico.

Se cree que las algas verdes filamentosas que actualmente viven en los mares o en espejos de agua dulce son similares a los primeros fotoautótrofos pluricelulares que poblaron los mares primitivos.

A partir de estos organismos, se generó la diversidad de plantas que se conoce en la actualidad, como los musgos, los helechos, las gimnospermas (pinos, araucarias, cedros, etc.) y las angiospermas (árboles, como ceibos, jacarandás, paraísos; hierbas, como tréboles, manzanillas, margaritas, etc.).

La pluricelularidad proporcionó dos ventajas para las plantas acuáticas primitivas: por un lado, el mayor tamaño dificultaba su ingestión por los organismos predadores que eran unicelulares, y, por el otro, la especialización de las células permitía que los recursos disponibles para su nutrición pudieran ser mejor utilizados.

El único representante actual del extendido grupo de los nautiloideos del período Cámbrico es el *Nautilus*.

Fósil de trilobites del período Silúrico.

Los primeros animales pluricelulares

Los biólogos han enunciado diversas hipótesis acerca del origen de los animales pluricelulares, sin embargo, no hay un acuerdo al respecto.

La hipótesis más aceptada sostiene que, hace 570 millones de años, durante el período Cámbrico de la era Paleozoica, se produjo una gran explosión evolutiva que dio origen a una enorme diversidad de seres vivos pluricelulares invertebrados. A este acontecimiento se lo denominó la **explosión del Cámbrico**.

En las rocas de ese período, se han encontrado fósiles de diferentes tipos de esponjas, de medusas, de animales semejantes a estrellas de mar que se pueden ver en la actualidad, y de otros parecidos a los moluscos, como los pulpos, los caracoles, los calamares. Los moluscos más impactantes fueron los **nautiloideos**, que alcanzaron un tamaño de 5 a 6 metros de diámetro.

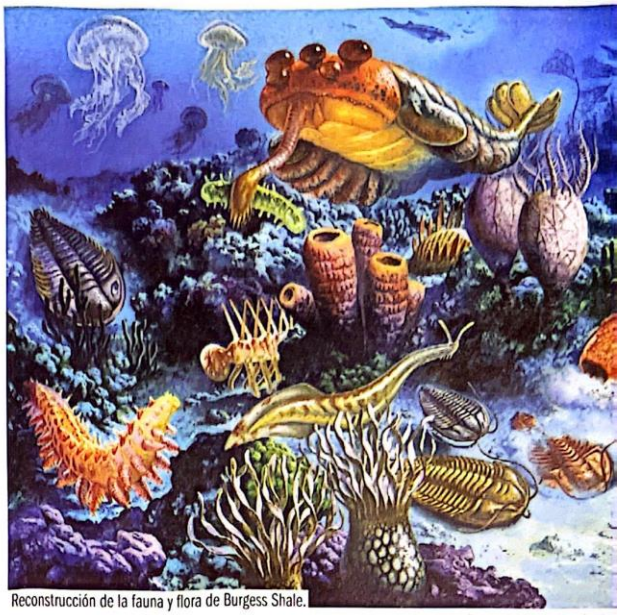
También eran abundantes los **trilobites**, animales invertebrados marinos con cubiertas duras y articuladas, que vivieron hace 500 millones de años. Eran semejantes a los actuales artrópodos (insectos, arañas, escorpiones, langostinos, cangrejos, etc.). En nuestro país pueden encontrarse depósitos de estos fósiles en las provincias del norte y del oeste, debido a que, en esa época, no existía ni la cordillera de los Andes ni la precordillera, por lo cual el mar penetraba en esas regiones con bastante frecuencia.

Fauna y flora de Burgess Shale

Un paleontólogo norteamericano encontró, en 1909, un lugar conocido como Burgess Shale, en Canadá. Este sitio es uno de los depósitos más grandes que existen de ejemplares marinos fósiles de 530 millones de años de antigüedad.

En aquel tiempo, los mares estaban habitados por una gran cantidad de organismos que no tenían ningún parecido con los actuales; por eso, se puede afirmar que pertenecían a grupos diferentes a los que existen hoy. Sin embargo, también existían algunos seres vivos similares a los de la actualidad.

El descubrimiento de esta fauna de los tiempos del Cámbrico indica que, en aquel tiempo, existía una biodiversidad mayor que la actual, y que una gran parte de esos seres vivos se extinguió. Para muchos animales, la pluricelularidad significó una ventaja evolutiva, ya que les permitió ingerir grandes presas. Otras ventajas fueron la aparición, en algunos animales, de sistemas locomotores más eficientes, que les permitían desplazarse mejor, tanto para huir de sus acechadores como para conseguir sus alimentos. Todas estas funciones se vieron favorecidas por el desarrollo de sistemas musculares conectados a algún tipo de esqueleto externo, como en el caso de los trilobites.

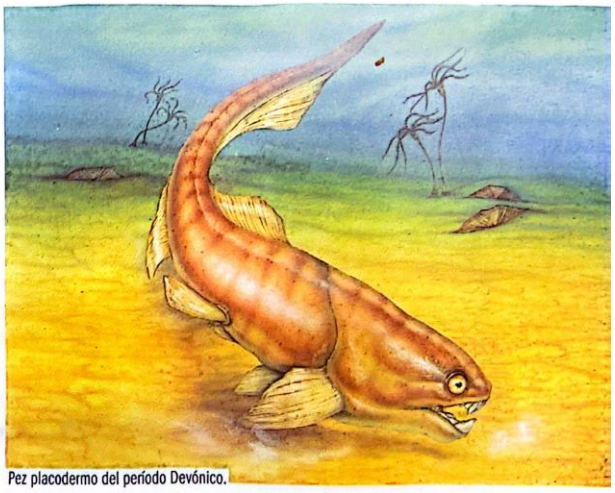


Reconstrucción de la fauna y flora de Burgess Shale.

Origen de los peces

Hace 500 millones de años aproximadamente, evolucionó en un grupo de animales una nueva forma de sostén: el **esqueleto interno**. Los registros fósiles dan cuenta de que 100 millones de años después, estos antecesores primitivos habrían evolucionado originando los peces que poblaron las aguas de los mares del período Ordovícico. Los peces primitivos poseían una coraza que cubría todo el cuerpo menos la cola, que podía moverse de un lado a otro. No tenían aletas ni mandíbulas, por lo que se cree que probablemente succionaban el barro, rico en materia orgánica, del fondo del mar.

Los placodermos, peces con mandíbulas y aletas, surgieron recién en el período Devónico. Estos son considerados los antepasados de los peces actuales.



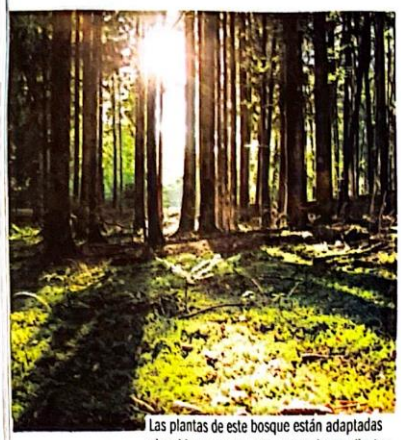
Pez placodermo del período Devónico.

ACTIVADOS

1. ¿Cuáles son las ventajas adaptativas que la aparición de la pluricelularidad representó para las plantas y para los animales?
2. ¿Por qué fue tan importante el descubrimiento de los fósiles de Burgess Shale?
3. Identifiquen en qué momento aparecieron los organismos con esqueleto interno y a qué características de los peces dieron origen.
4. ¿Cuáles fueron las causas por las que se pueden hallar fósiles de animales marinos, como los trilobites, en zonas montañosas como la cordillera de los Andes?

LA CONQUISTA DEL AMBIENTE AEROTERRESTRE POR LAS PLANTAS

LA APARICIÓN DE UNA SERIE DE ADAPTACIONES LES PERMITIÓ A LAS PLANTAS PRIMITIVAS AFRONTAR CONDICIONES AMBIENTALES MUY DIFERENTES A LAS QUE PRESENTABA LA VIDA EN EL AMBIENTE ACUÁTICO Y, ASÍ, LOGRARON CONQUISTAR EL AMBIENTE AEROTERRESTRE.



Las plantas de este bosque están adaptadas al ambiente aeroterrestre y son descendientes de las primeras plantas del período Silúrico.

Adaptaciones de las primeras plantas aeroterrestres

Hace 400 millones de años, en el período Silúrico, surgieron las primeras plantas y los animales aeroterrestres. Si bien la vida en los océanos presentaba condiciones favorables para el desarrollo de una abundante flora y fauna, los ambientes terrestres despoblados ofrecían nuevas "oportunidades" para la diversificación de la vida.

En ese período, el medio aeroterrestre brindaba ciertas ventajas para las plantas, ya que en ese medio, la luz es mucho más intensa que en los ambientes acuáticos, en los cuales el agua absorbe una gran proporción de las radiaciones lumínicas. Asimismo, en el suelo, las sales minerales necesarias para la nutrición de los vegetales se encuentran en altas concentraciones.

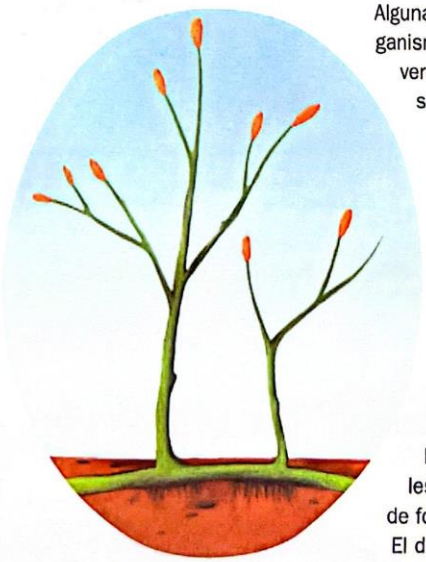
Es importante tener en cuenta que, en esa época, no existían animales en este ambiente, por lo tanto, no había depredadores para las plantas. Sin embargo, la tierra firme presentaba una serie de dificultades para su desarrollo, como la obtención y, por ende, la retención de una cantidad de agua adecuada. Otro problema para el desarrollo de las plantas era el del sostén, ya que un organismo terrestre debe soportar la "aplastante" fuerza de la gravedad. La reproducción también se pudo ver entorpecida en este medio pues las células sexuales masculinas y femeninas se desecan, y su encuentro se hace más dificultoso que en el ambiente acuático.

Algunas pruebas indirectas permiten suponer que los primeros organismos en colonizar la tierra fueron muy simples, como las algas verdes pluricelulares que vivían en las costas. Estas plantas presentaban características que les permitieron adaptarse a las condiciones desfavorables. Una de estas adaptaciones fue la presencia de una cutícula protectora que cubre las superficies aéreas y retarda la pérdida de agua. Asociada con la cutícula, se desarrollaron poros llamados **estomas**, que les permitieron el intercambio de partículas de los gases que intervenían en la fotosíntesis y en la respiración.

Es probable que las estructuras fijadoras que poseían algunas algas como sistema de anclaje les haya servido para tomar el agua y las sales del suelo: estas fueron el origen de las raíces.

Un conjunto de células especializadas, en forma de tubos, fueron adaptaciones eficientes para la conducción de sales minerales y agua, y de sustancias elaboradas en el proceso de fotosíntesis, hacia todos los órganos del vegetal.

El desarrollo de tejidos de sostén, que actúan como verdaderos esqueletos, les permitió vencer la fuerza de la gravedad y alcanzar alturas considerables.



Reconstrucción de una Rhynia, planta fósil que vivió hace 400 millones de años.

Adaptaciones para la reproducción

La reproducción fuera del agua ocasionó otros "desafíos". Las plantas marinas primitivas tenían células sexuales masculinas que podían nadar y fecundar a la gameta femenina. Las primeras plantas terrestres también tenían estas mismas características; por eso, su distribución estaba limitada a zonas húmedas, como los pantanos o las regiones lluviosas.

En el período Carbonífero, existían grandes bosques de helechos arbóreos que poseían gametas capaces de nadar.

GLOSARIO

angiosperma. Planta con óvulos protegidos dentro de una cavidad cerrada, el ovario.
gameta. Célula sexual masculina y femenina que al unirse (fecundación) dan origen a un nuevo individuo.
gimnosperma. Planta con óvulos expuestos. Sus óvulos darán origen a las semillas.

Reconstrucción de un bosque pantanoso del período Carbonífero.

Sin embargo, el clima del planeta empezó a cambiar y comenzaron a surgir zonas de climas secos. Se cree que este factor fue uno de los determinantes, en el período Pérmico, de la irrupción de las primeras plantas que contaban con un proceso de reproducción independiente del agua: las gimnospermas. Sus óvulos se mantenían en la planta madre, mientras que las gametas masculinas quedaban encerradas en granos de polen resistentes a la sequía. Estas plantas dominaron la escena hace 250 millones de años, y se cree que fueron las que originaron a los representantes actuales de este grupo, como las coníferas –pinos, cedros y sequoias–.

Las angiospermas aparecieron hace 130 millones de años, hacia fines de la era Mesozoica. Muchos especialistas consideran que las angiospermas evolucionaron a partir de un grupo de coníferas. Se cree que una de las ventajas adaptativas que presentaban estas plantas frente a las gimnospermas era la presencia de flores atractivas para los insectos y para las aves, que dispersaban el polen y aseguraban una eficaz polinización. La polinización, además, permitía la fecundación cruzada con miembros de la misma especie, pero utilizando una cantidad relativamente pequeña de polen si se la compara con la cantidad necesaria para la polinización azarosa por el viento.

La presencia de frutos con semillas en su interior también permitió una dispersión más eficiente, ya que alejaba los retoños de la planta madre.

Las angiospermas, que en la actualidad son el grupo de plantas dominantes, constituyen el 96% de todas las especies de plantas.

METIDA EN TODOS LADOS

El carbón es un mineral que se formó a partir de restos de vegetales, principalmente de los helechos arborescentes del período Carbonífero, al cual le ha dado su nombre. El carbón es utilizado como un combustible y ha tenido mucha importancia en la época en que aparecieron las máquinas de vapor (barcos, trenes y maquinarias industriales), que funcionaban debido a la energía que proporcionaba este material.
Posteriormente, fue desplazado como fuente energética por el petróleo, pero, en la actualidad, se utiliza como materia prima para la elaboración de otros materiales, como plásticos, aceites, etcétera.

ACTIVADOS

1. Realicen un cuadro en el que indiquen cuáles fueron los principales problemas que presentaba el ambiente aeroterrestre para las plantas y cuáles fueron las adaptaciones que surgieron en el curso de la evolución, que resultaron favorables para que estas superaran los desafíos y conquistaran el ambiente.

LA INVASIÓN DE LOS AMBIENTES AEROTERRESTRES POR LOS ANIMALES

A MEDIDA QUE LOS PRIMEROS VEGETALES PUDIERON SOBREVIVIR EN LA SUPERFICIE DE LOS CONTINENTES, SE EMPEZARON A DAR LAS CONDICIONES PARA QUE ALGUNOS ANIMALES SE ALIMENTARAN DE ELLOS. DE ESTA FORMA, EL AMBIENTE AEROTERRESTRE COMENZÓ A SER MÁS VENTAJOSO PARA LA VIDA ANIMAL, QUE TUVO UNA GRAN DIVERSIFICACIÓN.

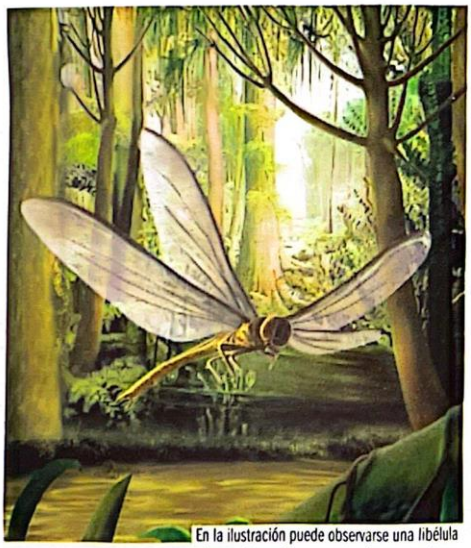
GLOSARIO

nicho ecológico. Función de una especie en relación con otras y su medio físico.
quitina. Sustancia que forma el exoesqueleto de los artrópodos, y que le otorga su dureza característica. También se encuentra en las membranas celulares de muchos hongos y bacterias.

Origen de los artrópodos terrestres

Los primeros animales que conquistaron el ambiente aeroterrestre y que lo dominaron por millones de años fueron los **artrópodos**. Los registros fósiles dan cuenta de que estos organismos colonizaron la tierra firme poco tiempo después que ese medio fuese poblado por las plantas, hace 400 millones de años.

Los artrópodos acuáticos que habitaban en aquella época ya contaban con adaptaciones útiles para vivir en ese ambiente. Estos animales, relativamente pequeños, poseían un exoesqueleto duro que contrarrestaba la fuerza de la gravedad. Además, ese esqueleto, al ser impermeable, evitaba su desecación. Una de las funciones vitales que no podían ser llevadas a cabo en este ambiente por los artrópodos acuáticos era la respiración, ya que las branquias, que deben mantenerse húmedas, no eran órganos eficientes para el intercambio de oxígeno y dióxido de carbono en ese medio.



En la ilustración puede observarse una libélula gigante, de medio a un metro de envergadura, insecto que pobló los bosques de Europa hace 320 millones de años.

Las arañas desarrollaron el equivalente a una **branquia interna**, que se mantenía húmeda dentro de un saco impermeable. Las arañas actuales y sus parientes, como las garrapatas y los escorpiones, poseen una estructura similar, denominada *pulmones en libro*.

En los insectos, en cambio, aparecieron unos conductos internos muy ramificados, denominados **tráqueas**, por donde circula el aire. Otras adaptaciones fundamentales para su supervivencia en tierra firme fueron la fecundación interna, que impedía la desecación de las gametas, y la aparición de huevos con una cubierta de quitina, que protegía al embrión.

Hace 325 millones de años, una nueva conquista evolutiva de los artrópodos, las alas, permitió a los insectos dispersarse notablemente, y ocupar los más diversos hábitats y nichos ecológicos.

Pez con aletas carnosas y pulmones primitivos, posible antecesor de los anfibios.

En ese mismo período, también apareció un grupo de peces con aletas carnosas que, se cree, fue el origen de los primitivos anfibios. Estas fuertes aletas les permitían arrastrarse en el fondo de aguas poco profundas. Además, estos peces tenían unas bolsas internas conectadas al tubo digestivo, que funcionaban como pulmones primitivos. Es probable que usaran estas bolsas para tomar el aire atmosférico cuando los estanques en los que vivían se disecaban y tenían bajas concentraciones de oxígeno.

Origen de los anfibios

Los anfibios evolucionaron hace 350 millones de años a partir de los peces de aletas carnosas y pulmones primitivos. Durante el período Carbonífero, en el que la tierra estaba poblada por bosques pantanosos, el clima era caluroso y húmedo, y las presas eran abundantes, existieron anfibios que alcanzaron tamaños enormes.

Sin embargo, los anfibios tenían características que nos les permitían vivir en lugares muy alejados de los cuerpos de agua. Sus pulmones, semejantes a sacos, por ejemplo, no eran lo suficientemente eficaces para capturar el aire atmosférico necesario para realizar las funciones vitales, por ello usaban la piel como superficie respiratoria, que debía mantenerse húmeda para llevar a cabo el intercambio de las partículas que forman los gases. Para reproducirse, los anfibios depositaban sus gametas en el agua, por lo cual estar cerca de ese medio era imprescindible para ellos. Cuando el clima del Carbonífero se modificó y se hizo más seco, estos animales enfrentaron serios problemas de supervivencia. Su hábitat se vio restringido a zonas húmedas, cercanas a cuerpos de agua, tal como ocurre en la actualidad.

El *Ichthyostega*, que habitaba el período Devónico, tenía extremidades robustas, y presentaba algunas características de los peces, como escamas, aleta dorsal en la cola y forma hidrodinámica.

Origen de los reptiles

De acuerdo con las evidencias fósiles, los reptiles se originaron a partir de un grupo de anfibios durante el período Carbonífero. En el período Pérmico, este grupo se diversificó y dominó la escena, pues sus integrantes tenían adaptaciones que les permitían vivir en ambientes más secos.

Los primeros reptiles, así como los actuales, poseían adaptaciones a estos ambientes, como su piel escamosa e impermeable, que evitaba la desecación; sus pulmones estaban más ramificados que en los anfibios y, por lo tanto, eran más eficientes para tomar el oxígeno atmosférico; tenían fecundación interna, lo que evitaba que las gametas se deshidratasen; el embrión se desarrollaba dentro de un huevo con una cáscara gruesa e impermeable al agua, en cuyo interior se acumulaba un líquido que lo protegía y que poseía nutrientes para abastecerlo en las primeras etapas de su desarrollo.

El *Dimetrodon*, uno de los reptiles típicos de los períodos Carbonífero y Pérmico, poseía una especie de vela que le permitía regular la temperatura según cómo la orientaba respecto de los rayos solares y la dirección del viento.

Estas adaptaciones hicieron de los reptiles un grupo exitoso, especialmente durante la era Mesozoica, cuando el clima mejoró al adquirir condiciones más húmedas y uniformes. Este clima permitió que la vegetación fuera más abundante y, por lo tanto, hubiera más alimento disponible para los animales.

ACTIVADOS

1. Describan tres adaptaciones de los artrópodos y tres de los reptiles, que les hayan permitido conquistar el ambiente aeroterrestre y sobrevivir en él.

2. Los anfibios tuvieron un gran desarrollo en el período Carbonífero. Expliquen qué problema enfrentaron cuando el clima se modificó y se hizo más seco, y qué limitaciones provocó este hecho a su modo de vida.

El pequeño dinosaurio *Fruitadens haagarorum*, descubierto en Colorado, Estados Unidos, pesaba menos de un kilogramo.

Los reptiles dominan la Tierra

Durante 120 millones de años, en los períodos Jurásico y Cretácico, los dinosaurios fueron quienes dominaron el paisaje.

Hace 65 millones de años, desaparecieron súbitamente. Si bien todavía se sigue debatiendo la causa de su extinción, la hipótesis más aceptada por la comunidad científica está relacionada con los cambios climáticos ocasionados por el choque de un asteroide sobre la superficie terrestre.

Dinosaurio, que significa ´lagarto terrible´, es el nombre con el que se conoce a un grupo diverso de grandes reptiles, herbívoros y carnívoros, aunque también existieron formas pequeñas del tamaño de un pájaro.

Los dinosaurios presentaban una serie de características que les permitieron desplazarse más rápido y tener períodos de actividad más intensa que los reptiles actuales (tortugas, lagartos, serpientes, cocodrilos). Tenían las patas traseras ubicadas verticalmente debajo del cuerpo, de manera que no arrastraban su abdomen cuando caminaban o corrían, por lo que puede decirse que los dinosaurios eran reptiles que no reptaban.

En la Argentina, se han encontrado numerosos restos de dinosaurios, en especial en las provincias de Salta, La Rioja, San Juan, Neuquén, Río Negro, Chubut y Santa Cruz.

Fósiles de una antigüedad de 250 a 210 millones de años, como el *Herrerasaurio*, fueron encontrados en el norte de la provincia de San Juan. El *Herrerasaurio* fue un gran carnívoro que llegó a medir hasta seis metros de largo. A ese mismo período pertenece el *Riojasaurio*, hallado en el suroeste de la provincia de La Rioja. Era uno de los típicos dinosaurios herbívoros de siete metros de largo, que se apoyaba en sus cuatro grandes patas y se alimentaba de plantas como la araucaria. El *Pisanosaurio* fue otro dinosaurio encontrado en La Rioja, era pequeño, medía un metro de altura, y era hervíboro. Se cree que era un gran corredor.

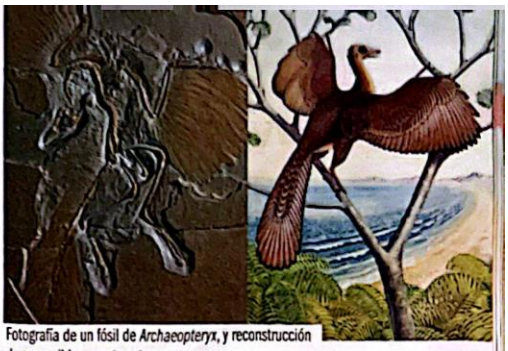
En la provincia de Neuquén, se hallaron gigantescos restos de dinosaurios, que tienen unos 95 millones de años de antigüedad. Uno de ellos fue el *Giganotosaurus carolinii*, que llegó a medir 16 metros de largo y es el carnívoro más grande que vivió en nuestro planeta, encontrado hasta el momento. Otro fue el *Argentinosaurus huinculensis*, que llegó a medir 40 metros de largo y a pesar cerca de 10 toneladas, y es el dinosaurio herbívoro de mayor tamaño hallado hasta la actualidad como así también el animal más grande que vivió en nuestro planeta, del que se tenga conocimiento.

Algunos reptiles de esos períodos sobrevivieron a la extinción del Cretácico, como las tortugas, los lagartos, las serpientes y los cocodrilos, y habitan en la actualidad diversos ambientes terrestres.

Argentinosaurus huinculensis.

Giganotosaurus carol

Origen de las aves



Fotografía de un fósil de *Archaeopteryx*, y reconstrucción de su posible aspecto externo.

Los antecesores de los mamíferos se originaron a partir de un grupo de reptiles en el período Triásico, y las aves surgieron años después que los mamíferos.

En 1861 se encontró, en estratos del Jurásico, un fósil llamado *Archaeopteryx*, que presentaba características intermedias entre los reptiles y las aves actuales. Como los reptiles, este fósil del tamaño de una paloma aproximadamente, poseía dientes, una larga cola ósea, y sus huesos carecían de sacos aéreos, característicos de las aves actuales. Al igual que los vertebrados actuales, el *Archaeopteryx* tenía alas, su cuerpo estaba cubierto por plumas y poseía patas en las cuales, posiblemente, se podía posar.

Hoy en día, se considera que las aves derivan evolutivamente de los dinosaurios, y algunos investigadores postulan que estas son los únicos dinosaurios vivientes.

Las aves actuales pueden vivir en todos los ambientes, desde las extremas temperaturas frías de los polos hasta las tórridas temperaturas de los trópicos. La cubierta corporal de plumas y otros mecanismos de regulación les permiten mantener su temperatura corporal constante: son animales endotérmicos. Al igual que los reptiles, su fecundación es interna, y su embrión se desarrolla en el interior de un huevo con cáscara que es incubado por los progenitores hasta el nacimiento de los pichones.

ACTIVAR LA CIENCIA

Si tal como considera la mayoría de los biólogos, las aves son parientes directos de los dinosaurios, se las debería incluir dentro de la clase de los reptiles, o crear una nueva clase: la de los dinosaurios. Ello llevaría a modificar la clasificación tradicional de los vertebrados en cinco clases (peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos) y reducirla a solo cuatro clases (peces, anfibios, reptiles y mamíferos). Sin embargo, los científicos todavía no han acordado en abandonar la clasificación tradicional.

Origen de los mamíferos

Thilacosmilus o tigre "dientes de sable", carnívoro de Sudamérica que vivió hace 7 millones de años.

Los mamíferos provienen evolutivamente de un grupo de reptiles diferente a los dinosaurios: los terápsidos. Los primeros mamíferos fueron organismos pequeños que, probablemente, vivían en los árboles y estaban activos sobre todo por la noche. Cuando los dinosaurios se extinguieron, los mamíferos se diversificaron notablemente y ocuparon nichos ecológicos que estos animales habían dejado libres. Algunos permanecieron pequeños, pero otros adquirieron grandes tamaños e invadieron los más diversos ambientes.

Al igual que las aves, la presencia de una cubierta corporal aislante, como los pelos, y otros mecanismos de regulación de la temperatura permitieron a los mamíferos conquistar diversos ambientes aeroterrestres, aun los de temperaturas extremas.

A diferencia de las aves, la mayoría de los mamíferos son animales vivíparos, ya que el embrión se desarrolla en el interior del cuerpo de la hembra, que da a luz a sus hijos después de un cierto período de gestación, variable para las diferentes especies. Entre los mamíferos, existe un grupo, el de los primates, dentro del cual se incluye la especie humana, y cuyos antepasados más lejanos datan de 2,5 a 3 millones de años.

ACTIVADOS

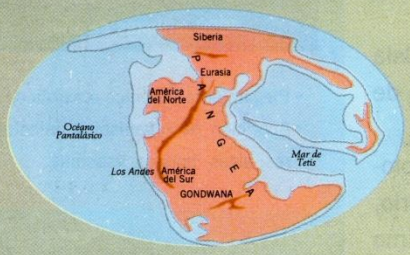
1. LE Lean atentamente y resuelvan.

Una *ficha de estudio* es un instrumento que permite organizar la información que podrá ser utilizada en un trabajo de investigación. En la ficha, se registran datos de manera ordenada que se extraen de diferentes fuentes de consulta. Pueden realizarse sobre tarjetas y guardarse en un fichero, o bien elaborarse electrónicamente y almacenarse.

a. Lean la información: "En Sudamérica, durante la Era Mesozoica, vivieron algunos mamíferos que se extinguieron, pero llegaron a convivir con el hombre, entre ellos los gliptodontes, las macrauchenias, los megaterios y los toxodontes".

b. Seleccionen dos de estos animales; averigüen, en diversas fuentes de información, los siguientes datos y transcríbanlos en una **ficha**: nombre científico (del animal en estudio), nombre vulgar, período en el que vivió, hábitat, características corporales externas, alimentación. Pueden incluir alguna imagen.

El viaje del continente americano

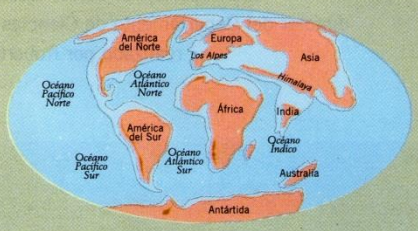


Hace 230 millones de años.

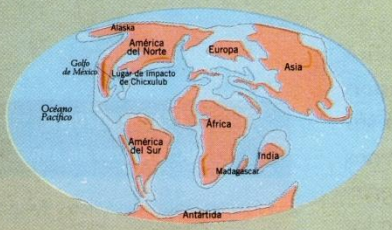
Leamos los esquemas

• Observá los cambios sufridos por la superficie terrestre a través de los milenios.

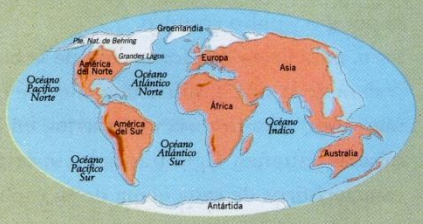
Hace 90 millones de años.



Hace 50 millones de años.



Hace 65 millones de años.



Hace 20 mil años.

¿Sabías que...

...el océano Atlántico es ahora diez metros más ancho que hace quinientos años, es decir, cuando lo cruzó Colón para llegar a las Indias?

• Describí el viaje de América desde su ubicación primitiva hasta la actual.
• ¿Cuál es la ubicación del continente americano en relación con los demás continentes?
• Este continente ¿está hoy rodeado de otras tierras o de mares? ¿Cuáles son?
• ¿Qué continente se le aproxima más? ¿Dónde?
• En un planisferio N° 5, recortá la silueta del continente americano (sin las islas). Luego, comprobá: si América del Sur *encaja* en la *entrada* occidental del continente africano y si Europa puede insertarse en el golfo de México. ¿Qué opinás?

La deriva continental

La Pangea (*pan*: "todo", *gea:* "tierra") existió hace doscientos millones de años; era una única y enorme masa continental rodeada de un único y enorme océano, de no más de un metro de profundidad, llamado Panthalasa (*pan:* "todo"; *thálassa*: "mar"). Con el transcurso del tiempo, la Pangea comenzó a moverse, deslizarse y dividirse, y se formaron dos grandes continentes: por el norte, Laurasia, que comprendía los actuales continentes de América del Norte, Europa y Asia; por el sur, Gondwana, formada por los actuales territorios de América del Sur, África, India, Arabia, Australia y Antártida. Laurasia y Gondwana estaban separadas por el mar de Tethys.

Con el correr del tiempo, estas masas rígidas viajaron aún más sobre el gran océano hacia distintos lugares, hasta conformar la actual distribución de los continentes en el planeta.

A principios del siglo XX (1912), el geofísico alemán Alfred Wegener estudió a fondo el problema y elaboró una teoría conocida como de la **deriva continental**. Según esta teoría, los continentes se desplazan a la deriva, distanciándose unos de otros y de los polos. Wegener llegó a esta conclusión, basándose en lo siguiente:

- América del Sur y África "encajan" a lo largo de sus costas;
- se han encontrado los mismos fósiles* animales y vegetales a ambos lados del Atlántico: el *mesosaurus*, fósil animal, fue hallado tanto en Sudáfrica como en el Brasil;
- se observaron características y rasgos geológicos similares en los suelos y en los cordones montañosos de ambos continentes.

La teoría de Wegener sólo fue aceptada mundialmente en 1960, treinta años después de la muerte de su formulador, con el nombre de tectónica de placas.

ESQUEMA DE LAS CAPAS TERRESTRES

La **litosfera** o **corteza terrestre** es la capa más superficial de la Tierra. Está constituida por una capa interior o **corteza oceánica** (sobre la que se "apoyan" los océanos), una capa intermedia o **corteza continental** (sobre la que se "asientan" los continentes) y una **capa superficial**. Estas grandes placas rígidas, que reciben el nombre de **cratones**, **escudos** y, algunas, **lechos oceánicos**, se desplazan o *viajan* sobre la capa interior semiplástica de la Tierra, llamada **astenósfera**.

Vocabulario

*** Fósil: resto o vestigio de organismos animales y vegetales de épocas geológicas pasadas, que se petrificaron como resultado de distintos procesos físicos y químicos. Pueden ser organismos completos o partes, huellas o pisadas impresas, impresiones moldeadas o calcadas de formas y contornos.**

Tectónica de placas

La superficie de la Tierra o **litosfera** se halla dividida en placas, como si fueran piezas de un rompecabezas gigante. Estas placas, compuestas por distintos tipos de **rocas**, se han movido, desplazándose; en sus "viajes" a través de los siglos, han colisionado varias veces; sufrieron ascensos y descensos, hechos que provocaron *pliegues, fallas y movimientos sísmicos* en la corteza terrestre.

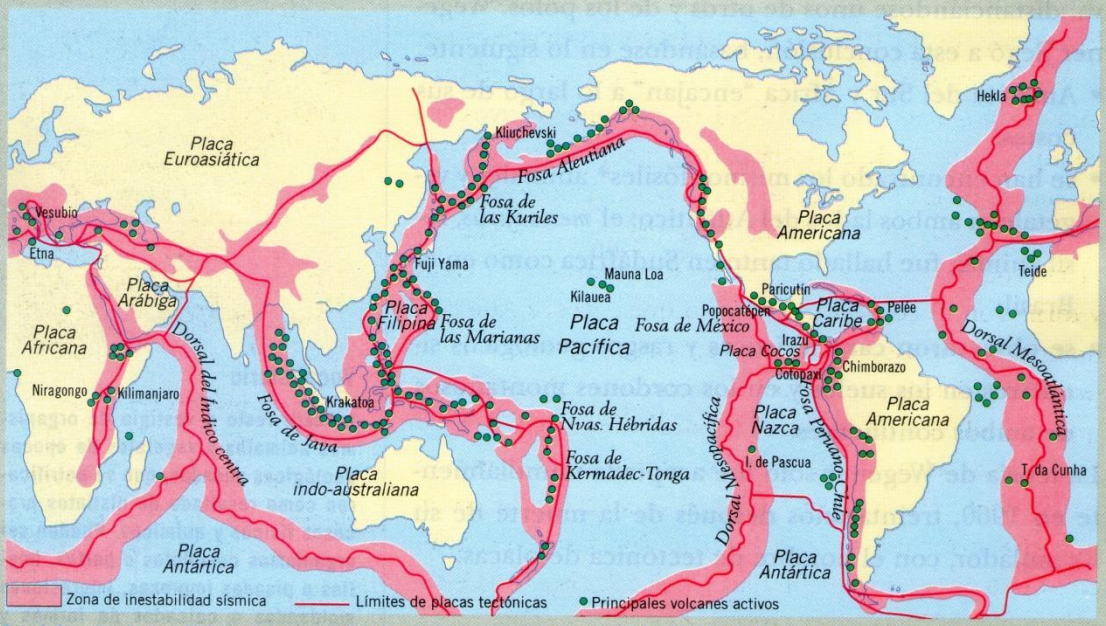
Cada placa se movió a una determinada velocidad y siguiendo una dirección, y esto ocurre aún hoy: así, en algunas zonas, las placas se separan (zonas de **expansión** o **divergencia**) y en otras, se juntan (zonas de **subducción** o **convergencia**).

Por las **zonas de expansión** asciende **magma**, que se derrama hacia ambos lados. A lo largo de los años, esto provoca la formación de una montaña o una sucesión de montañas bajo el océano. Son las llamadas cordilleras o **dorsales oceánicas**. Tal es el caso de la dorsal Atlántica, zona de gran inestabilidad y actividad volcánica, que originó los archipiélagos de Islandia, Azores y Canarias.

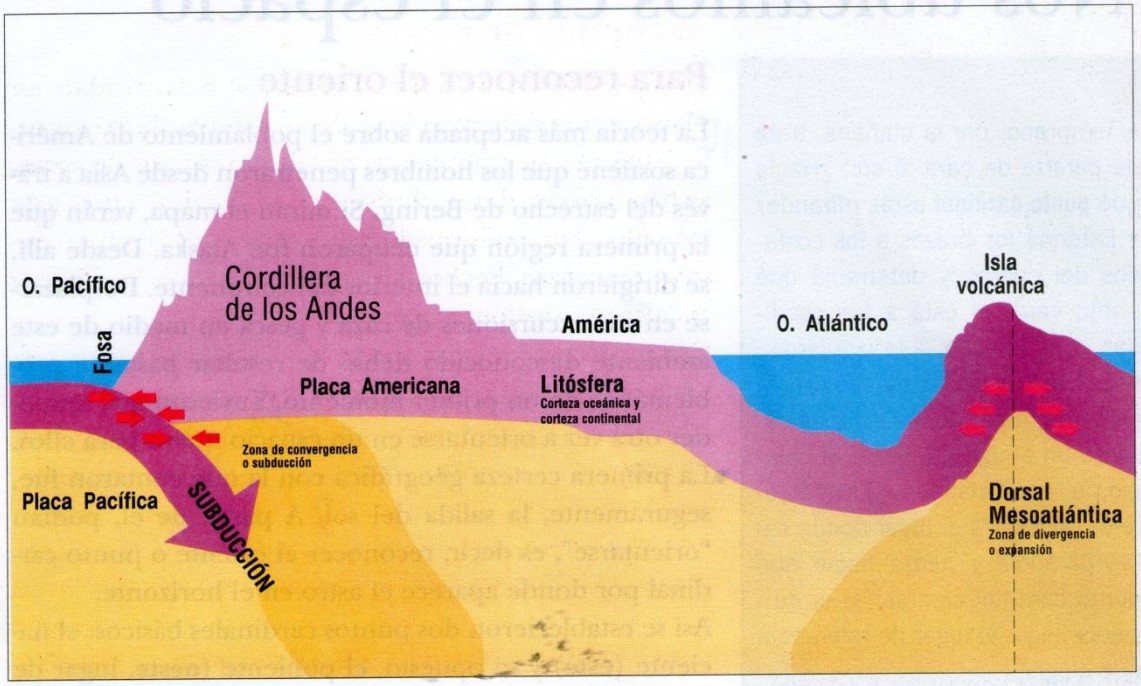
En las **zonas de subducción**, dos placas chocan entre sí, e inevitablemente, una se coloca sobre la otra, provocando la destrucción de la que queda abajo, que se desarma. Tal es el caso de la placa Pacífica y la Americana.

Leamos el mapa

- Observá sobre qué placas se apoya el continente americano.
- ¿Qué placas colisionaron con él? ¿En qué lugares?
- Observá la distribución de los volcanes. ¿Qué relación hallás entre su localización y el encuentro de placas?



Tectónica de placas. Distribución de los volcanes y las principales zonas de inestabilidad sísmica (movimiento de placas).

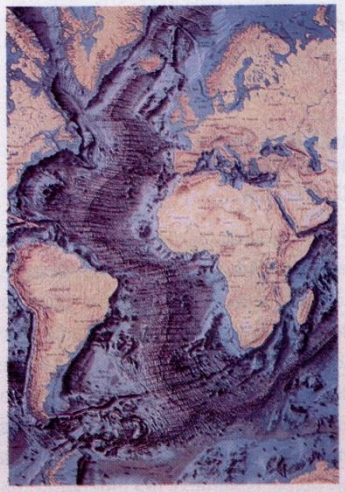


El esquema muestra el encuentro de placas frente a las costas americanas: a la izquierda, la subducción de la placa Pacífica y, a la derecha, la formación de la dorsal mesoatlántica en la zona de expansión.

Línea de fuego del Pacífico

Hemos dicho que, en los sitios en donde dos placas colisionan o chocan (es decir, en las zonas de subducción o convergencia), se produce el hundimiento de una y el levantamiento de otra. La que se levanta, pliega sus tierras de diferentes formas, dando origen a cordones montañosos con gran cantidad de volcanes activos.Un ejemplo claro se da en toda la costa occidental del continente americano: al converger la placa Americana con la Pacífica, esta última se ubicó por debajo, provocando el ascenso de la placa Americana; se plegaron las tierras y formaron el cordón montañoso que recorre América de norte a sur. Como se trata de tierras jóvenes, todavía presentan desplazamientos y corrimientos de sus placas, que se traducen en fracturas, sismos y terremotos.

Si observan el mapa de la tectónica de placas, podrán comprobar que la línea de volcanes americanos continúa alrededor del océano Pacífico, formando un gran círculo de fuego junto con los de Asia y las islas de Oceanía, también llamado *cinturón de fuego del Pacífico.*



Mapa seco del fondo del océano Atlántico. Se observa la dorsal mesoatlántica, que presenta una gran falla en su parte media, por donde asciende el magma desde el interior de la Tierra.

DETALLES DEL CHOQUE DE HACE MILLONES DE AÑOS QUE PROTAGONIZÓ LA PATAGONIA

La región habría sido junto a Chilenia un continente aislado que hace 320 millones habría colisionado con el supercontinente Gondwana, dejando rastros geológicos desde Sierra de la Ventana hasta la provincia de Mendoza.

Entre los geólogos que reconstruyen el pasado de nuestra Tierra se plantea una gran controversia. ¿Fue realmente la Patagonia un continente a la deriva que colisionó hace millones de años con Gondwana, el supercontinente formado por las tierras que hoy conocemos como Sudamérica, África, India, Antártida, Malvinas y Oceanía? ¿O tal vez se trató de un territorio que siempre estuvo ubicado más o menos en el mismo lugar y sólo se 'acomodó' con Gondwana?

Ahora, investigadores de la UBA realizaron un estudio que sugiere que la primera de las alternativas es la correcta, aunque se trató de una especie de choque en cadena: durante los finales del Devónico, hace 320 millones de años, Chilenia (actualmente en la zona de cuyo y parte de Chile) colisionó con Gondwana desde el oeste y Patagonia desde el sur-suroeste.

Para llegar a estos resultados, los científicos del Instituto de Geociencias Básicas, Aplicadas y Ambientales de Buenos Aires (IGEBA), que depende de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA y del CONICET, combinaron distintos enfoques: observaciones de campo, trabajo de laboratorio y análisis de paleomagnetismo, la disciplina que estudia la 'memoria' magnética de las rocas.

Según indicó la autora principal del estudio, doctora Renata Nela Tomezzoli, "la deformación a lo largo del margen sur-suroccidental del Gondwana, desde Sierra de la Ventana hasta el bloque de San Rafael, representaría el choque de Chilenia por el oeste y de la Patagonia por el sur con Gondwana".

De acuerdo con la investigadora del CONICET, esas deformaciones constituyen 'suturas' que evidencian esas colisiones entre esos continentes. "Uno de los secretos para poder entender cómo evolucionó geológicamente una región durante millones de años está en comprender cómo, cuándo y por qué se deformaron las rocas para lucir como las vemos en la actualidad", dijo Tomezzoli, para quien la Tierra se puede pensar como un pan que sale del horno: "En sus inicios, hace aproximadamente 5600 millones de años, era un planeta caliente que se fue enfriando de afuera hacia adentro. Las placas continentales, que podríamos asimilarlas con la corteza del pan, se unieron, cual rompecabezas, formando al menos tres supercontinentes a lo largo de toda la historia geológica del planeta". Luego, estas placas se separaron y dieron lugar a la actual conformación del mapamundi.

En geología, se distingue entre colisión y acomodamiento. La primera describe un proceso de deformación de primer orden, como el que dio origen a la cadena del Himalaya la impactar las placas tectónicas de India y la asiática. El acomodamiento, en cambio, es un proceso secundario que implica un roce o desplazamiento mutuo entre placas.

La región analizada en este trabajo, publicado en la 'Revista de la Asociación Geológica Argentina', incluyó estudios geológicos que se extendieron entre las provincias de Buenos Aires, Mendoza, La Pampa y Río Negro.

UNIDAD 3: GEOMORFOLOGÍA

La tierra se mueve y cambia

En lo que se refiere al sistema geológico-geomorfológico, que es el objeto principal de estudio en este curso, el mismo no ha permanecido inalterable desde el momento de la conformación del planeta. A lo largo de la muy prolongada historia geológica, distintos fenómenos naturales han provocado notorios cambios en la configuración de la superficie terrestre. Los continentes han variado su posición desde una gran masa continental inicial llamada Pangea, luego desmembrada en unidades continentales menores, las que derivaron de posición hasta obtener su ubicación actual. Consecuentemente, se han generado numerosos volcanes y se han elevado extensas cordilleras como la de los Andes o la del Himalaya. Asimismo; los movimientos de ascensos y descensos de los continentes y las oscilaciones del nivel del mar han sido los principales responsables de los reiterados eventos de inmersión y emersión que afectaron distintas porciones costeras de la superficie terrestre. Ello se ha asociado también con notorios cambios climáticos caracterizados por periodos con bruscos y prolongados enfriamientos, que favorecieron la cobertura parcial de los continentes por grandes masas glaciares, y períodos alternantes notoriamente más cálidos, que generaron el derretimiento de los hielos y la consecuente elevación del nivel del mar.

Todos esos fenómenos, en general intensos pero lentos, han necesitado de tal cantidad de miles y/o millones de años para generar relieves de cierta magnitud que, como ya mencionamos con anterioridad, para un ser humano resultaría casi imposible ser testigo presencial de los hechos. Más aun si se tiene en cuenta que muchos de los fenómenos siguen ocurriendo hoy en día pero a una velocidad tan baja que son casi imperceptibles para nuestros sentidos. Sin embargo, cada tanto la naturaleza nos brinda la posibilidad de sentir toda la fuerza y el calor contenidos en el interior del planeta, mediante manifestaciones externas representadas por movimientos sísmicos de variada intensidad y violentas erupciones volcánicas sobre la corteza terrestre superficial. En síntesis, debemos entender que habitamos **un planeta dinámico**, en continuo movimiento interno, aunque casi nunca contemos con la evidencia de ello.

“Lo que el viento se llevó” : agentes y procesos

El planeta tierra se mueve y cambia. De eso ya no tenemos dudas. Ahora...la pregunta a realizarnos sería *¿Cuáles son las fuerzas o procesos responsables de la configuración el variado relieve planetario que observamos en la actualidad?*. A lo largo de la historia geológica, los procesos interiores han actuado mancomunadamente con los procesos superficiales, externos a la corteza profunda, contribuyendo tanto en el pasado como en la actualidad, al modelado del paisaje natural

Los responsables de las modificaciones de relieve registradas a lo largo del tiempo, son una serie de procesos físico-químicos que ocurren tanto en el interior como en el exterior de la corteza externa y que se engloban en dos categorías principales: a) procesos endógenos y b) procesos exógenos.

Los procesos internos o *endógenos* son fenómenos que actúan en el interior de la corteza o a través de ella, como resultado de las actividades físicas y químicas de los materiales de la corteza y de los niveles más interiores del planeta. Éstas, ocasionalmente, se manifiestan en la superficie mediante movimientos tectónicos, vulcanismo y terremotos.

En cambio, los procesos externos o *exógenos* son fenómenos que actúan sobre la corteza terrestre o muy cercana a su superficie como resultado de la interacción físico-química de ésta con la hidrosfera, la atmósfera, la biosfera y la antroposfera (en el caso de sitios habitados). Para la modificación del relieve los procesos externos se valen de medios ó agentes externos tales como el viento, el hielo, los glaciares, los ríos, la lluvia, las olas, las corrientes marinas y la fuerza de gravedad, entre otros menores como los organismos y el hombre mismo. Todos ellos son capaces de obtener y transportar materia de la tierra y reciben el nombre de agentes geomorfológicos. Por ello, algunos autores, como Thornbury (1966), desconocen a la gravedad como agente geomorfológico al considerar que no cumpliría el requisito de obtener y acarrear materiales.

El viento, el agua y el hielo son medios capaces de desintegrar y/o descomponer materiales rocosos consolidados muy antiguos, ahora expuestos en la superficie terrestre. Luego, una vez reducidos a granos y partículas, esos mismos medios pueden transportar los materiales desde su lugar de origen, en general en áreas de elevada topografía, hasta un nuevo sitio de depositación, coincidente con depresiones tanto en áreas continentales como marinas. Claramente, lo más sencillo de percibir para nosotros, pasivos y temporalmente limitados observadores de los fenómenos de la naturaleza, es el continuo trabajo modelador de los fenómenos externos sobre la superficie de nuestro planeta. Por ejemplo, cotidianamente, somos testigos de la acción del viento, un componente climático destacado en la Patagonia, llevando partículas de un sitio a otro. De igual manera, identificamos la acción del mar sobre el paisaje costero actual, transportando arenas a lo largo de la franja litoral, para luego acumularlas en depósitos que conforman variados rasgos de relieve litoral.

Por ende, estos agentes externos contribuyen a la ocurrencia de una serie de procesos superficiales que modelan el paisaje; produciendo la reducción de las áreas elevadas y el relleno de las zonas deprimidas. Por ende, la acción continua y reiterada de estos agentes

ha desgastado las topografías positivas del planeta, mientras en otros sitios deprimidos de la corteza se han generado nuevas formas de relieve, favoreciendo la colmatación de las topografías negativas. Como resultado de la ***degradación*** de las áreas elevadas y la ***agradación*** de las zonas deprimidas, los procesos externos tienden a nivelar la superficie terrestre. Esta tendencia final a la nivelación se conoce con el nombre de ***Gradación****.*

Sin embargo, debe quedar claro que procesos internos y externos no son independientes. A modo de ejemplo se toma el caso de un tsunami (tormenta) sobre la costa. La actividad interna de la tierra genera un terremoto en una zona marina, el que se manifiesta externamente por medio de una fuerte inestabilidad del agua superficial y subsuperficial generando un maremoto. Consecuentemente, dicho fenómeno genera la movilización violenta de grandes volúmenes de agua contra la costa del continente, provocando fuertes tormentas, inundaciones y daños de similar magnitud a la que produce un terremoto en un área netamente continental. Por ende, en el modelado del relieve resultante se superponen los efectos de ambos procesos: endógenos y exógenos.

Las rocas expuestas, los procesos físico-químicos, el material en movimiento y las formas de relieve resultantes forman parte del sistema geológico-geomorfológico. Por ello, este constituye un sistema dinámico representado por un conjunto de eventos y elementos interrelacionados y en continuo movimiento y cambio. Recordemos que el sistema geológico-geomorfológico permite el intercambio de materia y energía a través de sus límites, lo que consecuentemente genera una declinación de la misma en el tiempo. Ello es una condición esencial de todo sistema abierto.

En síntesis, durante la prolongada historia geológica del planeta, los procesos *exógenos* asociados han tendido, en general, a nivelar la superficie terrestre; mientras los procesos internos o *endógenos* se han encargado fundamentalmente de generar rasgos elevados como grandes volcanes y cadenas montañosas. Sin embargo, de una rápida observación de las características generales del relieve del planeta parecería que, en esta larga e ininterrumpida disputa entre fuerzas constructivas y destructivas, ninguna de ellas ha alcanzado el predominio absoluto durante un rango temporal demasiado extenso. Claro...entendido ello en términos de tiempo geológico.

EL CONCEPTO DE PROCESO GEOMORFOLÓGICO

Thornbury (1966) define como **proceso geomorfológico** al:*conjunto ó serie De modificaciones físicas y/o químicas que determinan un cambio o modelado de la superficie terrestre.*

A partir de esta definición los procesos geomorfológicos pueden ser tanto procesos *endógenos* como *exógenos*. El único proceso que puede dar como resultado una forma de relieve en la superficie del planeta y no ser incluido en ninguno de los dos mencionados es el choque de meteoritos. Sin embargo, algunos autores reservan el proceso geomorfológico para los exógenos ya que consideran que estos últimos están estrechamente vinculados con la climatología. Ello debido a que la temperatura del aire, la precipitación, el viento y la humedad atmosférica son elementos del clima que actúan sobre el material rocoso de la superficie terrestre, bajo exposición subárea y pueden generar modificaciones sobre el mismo. Al respecto, Bloom (1980), sostiene que la *morfogénesis climática* es una aproximación a la geomorfología ya que enfatiza el diseño de las formas de relieve en respuesta a variadas condiciones climáticas. Esto es especialmente relevante debido a que algunos relieves preservan el registro de más de un conjunto de procesos controlados por el clima y por ende la descripción adecuada de un paisaje puede proveer evidencias para reconstruir climas antiguos.

La geomorfología se ocupa de estudiar las formas del relieve de la corteza terrestre tanto continental como marina. No sólo describe las formas sino también interpreta el potencial de cambio (dinámica) de las mismas con el fin de reconstruir la historia evolutiva o predecir cual será su evolución futura de un paisaje natural. En opinión de Tricart (1969) el carácter explicativo de la geomorfología es esencial y lo diferencia de la topografía que se limita a la descripción geométrica de la superficie terrestre. El autor destaca que si se quiere tratar a la geomorfología en su expresión más general y por lo tanto la más abstracta puede decirse que la geomorfología es una disciplina que tiene por objeto estudiar los caracteres y modificaciones de la superficie de contacto entre un medio sólido (litósfera) y sus envolturas, una líquida (hidrosfera) y otra gaseosa (atmósfera). Como ya vimos en la unidad anterior cada uno de ellas corresponde a un sistema abierto y por ende sus límites son permeables permitiendo una serie de procesos que favorecen el intercambio de materia y energía y en consecuencia las modificaciones de la superficie de contacto mencionada por Tricart.

No sólo el campo climático aporta al entendimiento de la dinámica de los procesos geomorfológicos en la superficie del planeta. Debe destacarse que la mayor parte de la información sobre los procesos geomorfológicos es derivada de otros campos científicos,

muchos de ellos, vinculados con el estudio de las ciencias geológicas. Así, la deformación de las rocas sometidas a presión son estudiadas por la *geofísica* y *geología estructural* , el análisis de las causas y predicción de terremotos esta dentro del campo de la *Sismología*, la *Hidrología* estudia la mecánica de los flujos de agua tanto dulces como marinas y la *glaciología* las propiedades físicas del hielo. Si bien todas estas disciplinas, entre otras, no tienen como objetivo primario la descripción y análisis de relieves, los datos que aportan sus estudios contribuyen al entendimiento sobre el funcionamiento de los procesos que modelan la superficie terrestre.

Por ello, hallaran que en algunos libros de textos se hace una diferenciación de la geomorfología en tres campos: *geomorfología climática*, *gemorfología estructural y geomorfología dinámica*.

- La *geomorfología climática:* se encarga de estudiar las relaciones causa-efecto entre el comportamiento de los elementos de clima y la consecuente modificación de los relieves.

- La *geomorfología estructural:* pone su énfasis en el estudio de las relaciones entre procesos endógenos y la formación de estructuras geológicas en el paisaje. Ve a la estructura como un factor condicionante de la acción de los agentes geomorfológicos.

- La *geomorfología dinámica:* analiza el potencial de cambio del relieve a partir de la acción de agentes geomorfológicos. Enfatiza en los procesos y agentes externos como medios naturales que favorecen la meteorización, erosión y transporte de material (partes del Ciclo sedimentario).

AFRICA

GEOLOGÍA

Hace unos 650 millones de años, durante el Precámbrico, las masas continentales estaban separadas unas de otras. Pero unos 100 millones de años más tarde todas estas masas se juntan formando un supercontinente, el Pangea I. Hace 550 millones de años, durante el precámbrico se forman los depósitos de minerales y metales preciosos explotados actualmente en Africa.

Nuevamente, las masas continentales se separan y se vuelven a juntar formado el supercontinente Pangea II. Este proceso da lugar, hace unos 300 millones de años a la formación de un nuevo supercontinente, Godwana, del que el actual continente africano constituye su centro pero que además engloba a las actuales Antártida, América del sur, Australia, Arabia y la India.

A lo largo de todo el secundario, desde hace 250 a 65 millones de años se desarrolla el desmembramiento de Gondwana.

Hace 250 millones de años, los plegamientos hercianos van provocando ondulamientos de la la plataforma africana, creándose grandes hondonadas como el Sahara, el lago Chad, los rios Niger y Congo, el desierto del Kalahari; y abombamientos como El Ahaggar, Atakora o Futa Djalon

Durante el cretácico superior, y dentro del proceso de desmembramiento De Gondwana, el continente se parte en dos por el Mediterráneo. Hace unos 150 millones de años, Madagascar se desgaja del continente.

Los movimientos tectónicos, hace unos 65 millones de años. crean la cadena del Atlas con alturas superiores a los 4.000 metros. Pero será el este del continente donde se producirán las mayores transformaciones. Así, los desgarramientos que dan lugar al Mar Rojo y la separación de la península arábiga, hace unos 50 millones de años; o las cataratas Victoria, u otros ocupados hoy por los grandes lagos. Estos agrietamientos de la corteza terrestre africana provocará una gran actividad volcánica, creando las montañas más altas del continente: el Kilimanjaro, el monte Kenia o el monte Camerún. Pero no solo en el continente. Madagascar pasa por un proceso similar surgiendo cumbres superiores a los 2.500 metros como son el Ankaratra o el Tsaratanana

Y la era cuaternaria, en la que vivimos desde hace 2 millones de años, no ha permanecido estable sino que ha estado marcada por importantes variaciones climáticas, alternando periodos húmedos, fríos y de largos periodos secos que han dado lugar a los desiertos del Sahara o Kalahari. El volcanismo sigue activo en Africa central, Etiopia y el océano Índico y los movimientos sísmicos son frecuentes en la región de los Grandes Lagos y sobre todo en el Maghreb.

RELIEVE

Con una altura media de 675 metros sobre el nivel del mar, Africa presenta un relieve bastante uniforme, formado por extensas mesetas y grandes depresiones en el interior de las mismas. Esta homogeneidad sólo se altera en unas pocas formaciones monrañosas: los montes del Atlas, en el norte; las regiones montañosas del Ahaggar y Tibesti, en el desierto del Sahara; los montes volcánicos que bordean el valle del Rift y la región montañosa de Camerún y Nigeria, en el centro del continente; y los montes del Drakensberg, en Sudáfrica.

En el norte, la cadena montañosa del Atlas, orientada paralelamente a la costa magrebí, alcanza su mayor altura en el monte Toubkal (4.167 mts.).

En el Oeste y centro de Africa, las llanuras y mesetas quedan alteradas por las depresiones del Níger, Chad, Congo y alto Nilo y por el macizo de Fouta Djalon y los montes Adamaoua, con su máxima altura en el Monte Camerún (4.070 mts).

En el Este del continente, el hundimiento de la masa continental da lugar al valle del Rift que sigue una orientación de norte a sur a lo largo de más de 4.000 kilómetros. Las partes más hundidas han creado una cadena de lagos, tan profundo como el lago Tanganika de 1.435 metros de profundidad, o tan extensos como el Lago Victoria , de 83.000 kilómetros cuadrados de superficie. Las zonas más elevadas de la región forman masas montañosas como el mazizo del Ruwenzori, o las altas mesetas de Etiopía. Las cumbres principales de estos macizos montañosos son volcanes, extintos o activos, sobresaliendo el monte Kilimanjaro que, con sus 5.895 mts. de altitud, es el pico más alto de Africa.

En el sur, sobresalen las altas mesetas de origen basáltico del Drakensberg y la cordillera que atraviesa de norte a sur la isla de Madagascar.

En el sistema fluvial hay que destacar la existencia de grandes rios originados en la principales depresiones, rios Níger y Congo, que desembocan en el Atlántico; o debido a los enormes embalsamientos de la región de los grandes lagos que dan lugar al rio más largo del mudo, el rio Nilo, de 6.670 kilómetros.

CLIMA

Las tres cuartas partes del continente se extienden en zona intertropial, lo que conlleva un clima cálido en gran parte del territorio, con una media anual superior a los 20º y con escasas variaciones debidas al régimen de lluvias, salvo en las zonas desérticas donde estas variaciones de temperatura son mucho mayores.

Podemos distinguir 6 zonas climáticas diferenciadas:

Zonas con clima ecuatorial.- Con una media anual de 25º y escasas variaciones de temperatura y con lluvias todo el año que pueden superar los 2.500 mm. anuales. Se extiende por la depresión del Congo, a ambos lados del ecuador hasta el lago Tanganica hacia el Este, las costas del golfo de Guinea, costa de Natal (Sidáfrica) y todo el este de Madagascar.

Zonas con clima tropical húmedo.-Caracterizada por la alternancia de una estación seca y otra húmeda con menos de 1.500 mm de lluvia al año, más separadas una de otra en la medida en que la zona se aleja del ecuador. Comprende una franja de unos 450 kms. de media, que rodea a toda la zona tropical de la depresión del Congo, toda la región de los Grandes Lagos, la costa de Mozambique, la costa de Tanzania y Kenia desde Dar es Salaam hasta Mombasa, la región de Addis Abeba y Toda la zona central de Madagascar.

Zonas con clima tropical seco.- Llamado también clima sudanés, se caracteriza por la prolongación de la estación seca, siendo esta más larga cuanto más cerca está del trópico. La sequía se acentúa por los vientos cálidos que soplan del noreste hacia el Atlántico. Las lluvias suelen ser inferiores a los 1.000 mm. al año. Comprende una gran franja que rodea a toda la zona con clima tropical húmedo, hasta la altura del rio Senegal y lago Chad en el norte del continente y todo el centro y este del sur del continente, así como todo el oeste de Madagascar.

Zonas con clima sahariano.- En esta zonas, con clima también llamado estepario, las lluvias son muy escasas (inferiores a los 500 mm anuales) y durante un corto periodo del año (menos de tres meses) siendo, además, muy irregulares de unos años a otros. Las temperaturas son más elevadas que en las zonas más húmedas llegando a superar los 40ª al final de la estación seca. Comprende las tierras que están dentro de una franja de unos 300 kilómetros al norte y sur del desierto del Sahara, toda la costa del mar Rojo comprendida desde el norte de Sudán hasta el extremo sur de Somalia y la mitad suroeste del Africa Austral bordeando los desiertos de Kalahari y Namibia.

Zonas con clima de tipo mediterráneo.- Los veranos suelen ser cálidos y secos, en tanto que los inviernos son no muy fríos y húmedos con una media anual de 18º de temperatura. Comprende las tierras dentro de una estrecha franja de unos 50 kilómetros de los extremos norte y sur del continente.

Zonas con clima desértico.- Con casi nula pluviosidad (por debajo de los 100 mm al año) comprende el desierto del Sahara, el más grande del mudo con sus ocho millones de kilómetros cuadrados, y los desiertos de Kalahari y Namibia. En estas regiones, las temperaturas las variaciones de temperatura entre el día y la noche pueden alcanzar los 50º.

ASIA

Regiones de Asia descritas por la ONU: **Asia del Norte** Asia Central Suroeste de Asia Surasia Este de Asia Sureste de Asia

ASIA DEL NORTE es una de las seis regiones que, según la clasificación de la ONU, forman el continente asiático. Está formada por la parte asiática de Rusia, y su mayor ciudad es Novosibirsk.

Está ubicada, como su nombre indica, al norte del continente, limitando al norte con el océano Ártico, al este con el estrecho de Bering, que la separa de Norteamérica, y el océano Pacífico, al sur con Asia del Este y Asia Central, y al oeste con los montes Urales, que la separan de la parte europea de Rusia. Con 38 millones de hab. en 2013, es la región menos poblada de las seis, con 13 138 242 km², la más extensa, y, por consiguiente, la menos densamente poblada con 2,9 hab/km²

No hay cadenas montañosas en el noroeste de Asia para detener las corrientes de aire que fluyen desde el Ártico hacia el sur a través de los llanos de Siberia y Turkestán.

Las mesetas y las llanuras de Asia del Norte abarcan las tierras bajas al oeste de Siberia; el escudo de Angara, con la península de Taimyr, las tierras bajas costeras, la meseta de Putorana, la meseta de Anabar, la meseta de Tunguska, la meseta de Angara y la cuenca del Lena-Vilyuy.

GEOMORFOLOGÍA

La geomorfología de Asia en general es conocida de manera imperfecta, a excepción de los yacimientos y las cordilleras.

Para compensar el nuevo relieve oceánico, creado en la cuenca siberiana, toda la placa euroasiática ha girado alrededor de un punto en las Islas de Nueva Siberia, lo que causa compresión en las montañas Verkhoyansk, las cuales se formaron por levantamiento tectónico en la era Mesozoica a lo largo del margen oriental del escudo de Angara. Hay un límite sur de esta placa a través del margen norte de los pliegues alpinos de Irán, Afganistán, India, Nepal y Bután, que en el este de Brahmaputra se vuelve en dirección sur hacia la Bahía de Bengala a lo largo de las colinas Naga y Arakan Yoma, continuando alrededor de Indonesia, y siguiendo el borde de la plataforma continental a lo largo de la costa este de China. La placa euroasiática y la placa norteamericana entran en contacto a través del cuello de Alaska, siguiendo la línea de la fosa de las Aleutianas, es decir, se encuentran en el Estrecho de Bering.

Asia del Norte está edificada alrededor del escudo de Angara, el cual se encuentra entre el río Yeniséi y río Lena. Se desarrolló a partir de fragmentos de Laurasia, cuyas piedras fueron principalmente precámbricas cristalinas, gneises, esquisto, y gondwana. Estas rocas se pueden encontrar en el escudo de Angara, en el escudo de Mongolia Interior-Corea, en el escudo de Ordos y en el escudo del Sudeste Asiático. Los fragmentos han sido sujeto de orogénesis alrededor de sus márgenes, creando un complejo de mesetas y sierras. Se pueden encontrar afloramientos de estas rocas en desarrollo en los sectores de los escudos. Su presencia ha sido confirmada por debajo de los sedimentos mesozoicos y posteriores.

Hay tres períodos principales en la formación de las montañas en el norte de Asia, a pesar de que ha ocurrido muchas veces. Los pliegues externos de las montañas que están en los márgenes de los escudos y que sólo afectaron Asia al norte de la línea del Himalaya, se atribuyen a la orogenia caledoniana y a la orogenia hercínica de finales de la era paleozoica. La orogenia alpina causó extensos pliegues y fallas de sedimentos de la era mesozoica y principios de la era terciaria provenientes del movimiento geosinclinal. La meseta tibetana y mongola, y las cuencas estructurales de Tarim, Qaidam y Junggar, están delimitadas de este a oeste por fallas litosféricas mayores que eran probablemente resultado de tensiones causadas por el impacto de la placa índica contra Laurasia. La erosión de las montañas causada por esta orogenia ha creado una gran cantidad de sedimentos, que han sido arrastrados hacia el sur produciendo las llanuras aluviales de la India, China y Camboya, y otra parte, ha sido depositada en grandes cantidades en las cuencas de Tarim y Zungaria.

Asia del Norte sufrió la glaciación en el pleistoceno, pero esto no jugó un papel importante en la geología de la zona si lo comparamos con su relevancia en América del Norte y Europa. La capa de hielo escandinava extendida al este de los Urales, cubre las dos terceras partes del norte de la cuenca del Ob y se extiende sobre el escudo de Angara

entre el río Yeniséi y el río Lena. Hay legados de la glaciación en las montañas de Siberia oriental, la península Kamchatka, las montañas Altai, el *Tien Shan*, y otras pequeñas zonas montañosas; las capas de hielo permanecen en las islas de Severnaya Zemlya y Novaya Zemlya y, varias montañas de Asia central aún tienen glaciares individuales. Siberia tiene en sí *permafrosts*, que van desde profundidades de 30 a 600 metros con una superficie de 9,6 millones de km².

Varias regiones montañosas son volcánicas, teniendo las montañas Koryat y la península de Kamchatka volcanes activos. La meseta de Anádyr está formada de rocas ígneo y la meseta mongola tiene un área de lava basáltica y conos volcánicos.

El escudo de Angara también esconde las tierras bajas del río Ob, pero, al sur y al este de las montañas de Asia Central y, en las montañas de Siberia oriental, hay pliegues y fallas montañosas de las rocas del paleozoico inferior.

ASIA OCCIDENTAL O DEL OESTE es una de las veintidós subregiones en que la ONU divide el mundo. Está compuesta por dieciocho países: Armenia, Azerbaiyán, Bahréin, Chipre, Georgia, Irak, Israel, Jordania, Kuwait, Líba no, Omán, Catar, Arabia Saudita, Siria, Palestina Turquía, Emiratos Árabes Unidos y Yemen, además de los países no reconocidos Abjasia, Osetia del Sur, Alto Karabaj y Chipre del Norte. Sus mayores ciudades son Estambul y Ankara, en Turquía, y Riad, en Arabia Saudita.

Limita al norte con el mar Negro y Rusia, al noreste con el mar Caspio que la separa de Asia Central, al este con Asia del Sur, el golfo Pérsico y el golfo de Omán, al sur con el océano Índico, y al oeste con el mar Rojo y el mar Mediterráneo. Posee una superficie de 4 607 160 km², una población en el año 2013 de 163 707 000 hab. y una densidad de población de 35,5 hab/km².

Es prácticamente equivalente a las expresiones Oriente Medio o Cercano Oriente, que describen la posición geográfica en relación con la distancia desde Europa más que a una localización dentro de Asia. Debido a que esto se percibe como eurocentrismo y las organizaciones internacionales como las Naciones Unidas,[1] han reemplazado los términos Oriente Medio u Oriente Próximo por *Asia Occidental*. Esta región y Europa son nombradas colectivamente como Eurasia Occidental.

CLIMA

Montañas Chouf, Líbano, un valle entre Beiteddine y Deir al-Qamar.

Asia Occidental es un territorio principalmente árido y semiárido, y puede verse sometido a sequías; a pesar de ello, existen amplias extensiones de bosques y valles fértiles. La región consiste de pastos, dehesas, desiertos y montañas. La escasez de agua es un problema en muchas partes de Asia Occidental, con una población que crece rápidamente de manera que exige mayor demanda de agua, mientras que la salinización y la contaminaciónamenaza las reservas de agua.[2] Los grandes ríos, incluyendo el Tigris y el Éufrates, proporcionan fuentes de irrigación de agua y apoya a la agricultura.

Hay dos fenómenos de viento en Asia Occidental: el *sharqi* y el *shamal*. El *sharqi* (o *sharki*) es un viento que viene del sur y el sureste. Es estacional, y dura desde abril hasta principios de junio, y regresa de nuevo entre finales de septiembre y noviembre. Los vientos son secos y polvorientos, con ocasionales ráfagas de hasta 80 kilómetros por hora y a menudo levantan violentas tormentas de arena y polvo que pueden llevar arena a unos miles de metros de alto, y pueden cerrar aeropuertos durante cortos períodos de tiempo. Estos vientos pueden durar un día entero al comienzo y al final de la estación, y durante varios días a mitad de la estación. El *shamal* es un viento veraniego noroccidental que sopla por Irak y estados del golfo Pérsico (incluyendo Arabia Saudí y Kuwait), a menudo fuerte durante el día, pero decreciendo por la noche. Este efecto atmosférico ocurre en cualquier lugar de una a varias veces al año.

TOPOGRAFÍA

Petra tou Rominou, una formación rocosa en la costa de Pissouri, Chipre.

Mientras que Asia Occidental principalmente contiene áreas con un bajo relieve, Turquía, Irán y Yemen incluye terreno montañoso. La meseta Anatolia se enmarca entre las montañas del Ponto y montes Tauro en Turquía. El monte Ararat en Turquía se alza hasta los 5.165 msnm. Los montes Zagros se encuentran en Irán, en zonas a lo largo de su frontera con Irak. La Meseta Central de Irtán está dividida en dos cuencas hidrográficas. La cuenca septentrional es Dasht-e Kavir (Gran Desierto Salado) y Dasht-e-Lut en la cuenca meridional.

En Yemen, las elevaciones superan los 3.700 metros en muchas regiones y las zonas de tierras altas se extienden al norte a lo largo de la costa del mar Rojo y al norte hacia el Líbano. Una zona de falla también existe a lo largo del mar Rojo, con una fisura continental creando una topografía a modo de hoya con áreas ubicadas bien por debajo del nivel del mar. El mar Muerto, ubicado a nivel del mar entre la Cisjordania, Israel y Jordania, está situado a 418 m por debajo del nivel del mar, haciendo de él el punto más bajo sobre la superficie de la Tierra.

Un gran cinturón de depresiones se encuentra en la Península Arábiga, desde el centro de Irak, a través de Arabia Saudí, y a Omán y el mar Arábigo. El Éufrates y

el Tigris son ríos que cortan ese cinturón de tierras bajas en Irak y fluyen hacia el Golfo Pérsico. Rub'al KhāLī, uno de los más grandes desiertos de arena del mundo, abarca el tercio meridional de la Península Aránbiga en Arabia Saudí, partes de Omán, los Emiratos Árabes Unidos y Yemen. Jebel al Ajdar es una pequeña cordillera de montañas que se encuentra en el noreste de Omán, limitando con el golfo de Omán.

GEOLOGÍA

Tres grandes placas tectónicas convergen en Asia Occidental, incluyendo la Africana, la Euroasiática y la Arábiga. Los límites entre las placas tectónicas llegan a la cresta Azores-Gibraltar, extendiéndose por el Norte de África, el mar Rojo y hacia Irán. La placa Arábiga se mueve hacia el norte a la placa Anatolia (Turquía) en la Falla del Este de Anatolia, y el límite entre las placas Egeo y Anatolia en Turquía oriental es también activa sísmicamente.

ASIA DEL SUR, ASIA MERIDIONAL O SUR DE ASIA es una de las veintidós subregiones en que la ONU divide el mundo. Está compuesta por nueve países: Afganistán, Bangladés, Bután, India, Irán, Maldivas, Nepal, Pakistány Sri Lanka. Sus mayores ciudades son: Delhi, Karachi, Bombay y Daca.

Limita al norte con Asia Central y Asia del Este, al este con Sudeste Asiáticoy la bahía de Bengala, al sur y suroeste con el océano Índico, mar Arábigo, golfo de Omán y golfo Pérsico, y al oeste con Asia Occidental. Es la región más poblada de las seis, con 1 831 046 000 hab. en 2013, y también es la más densamente poblada con 271,3 hab/km².

Geográficamente abarca los países comprendidos entre la meseta iraní (al sur del Amu Darya y de Asia Central) y el subcontinente indio (al sur del Himalaya). Desde un punto de vista cultural Asia del Sur constituye el origen de los pueblos indoarios (también llamados arios) de lenguas indoiranias y se halla rodeado por el mundo árabe, los pueblos túrquicos y el lejano Oriente.

A pesar de las características comunes descritas, estos países están escasamente cohesionados. Aunque los idiomas nacionales de todos estos países son lenguas indoeuropeas (excepto en Bután) existen grandes grupos no indoeuropeos especialmente en India. Además la zona se halla dividida entre países musulmanes y países de religiones dhármicas. Los principales enfrentamientos que han desestabilizado la zona son las guerras de Afganistán, el conflicto de Cachemira y la Guerra Civil de Sri Lanka.

Aunque la región de Asia del Sur o Asia Meridional, nunca ha sido una región geopolítica coherente, sí tiene una identidad geográfica con características propias.[11] Sus fronteras septentrional, occidental y oriental varían según cómo se defina la región, su frontera meridional es el océano Índico.

La mayor parte de esta región es un subcontinente situado sobre la placa Índica (la porción norte de la placa Indoaustraliana) separada del resto de Eurasia. La placa India fue una vez un pequeño continente antes de colisionar con la placa Euroasiática hace unos 50-55 millones de años lo que formó la cordillera del Himalaya y la meseta tibetana; desde este punto de vista es la región peninsular al sur de las cordilleras del Himalaya y Kunlun y al este del río Indo y de la meseta iraní, que se extiende hacia el sur hasta el océano Índico, entre el mar de Omán (al suroeste) y la bahía de Bengala (al sureste).

Mapa biogeográfico de Asia del Sur.

La región hospeda una asombrosa variedad de características geográficas, como glaciares, selvas, valles, desiertos y praderas, típicos de regiones continentales más extensas. Está rodeado por tres cuerpos de agua: la bahía de Bengala, el océano Índico y el mar Arábigo. El clima de esta región varía considerablemente de monzónico tropical en el sur a templado en el norte, influenciado no solo por la altitud sino también por otros factores como la proximidad a la costa y los efectos estacionales de los monzones. Las regiones meridionales sufren veranos calurosos y reciben gran cantidad de lluvia durante el/los periodo del monzón. El cinturón septentrional de la llanura indogangéticatambién es caluroso en verano, pero más frío en invierno. Las montañas del norte son más frías y reciben las nevadas típicas de la sierra del Himalaya. Debido a que el Himalaya bloquea los vientos fríos del norte de Asia, las temperaturas son más moderadas en las llanuras laderas abajo. En su mayor parte, el clima de la región es clima monzónico, que mantiene la región húmeda durante el verano y seca durante el invierno y favorece el cultivo de yute, té, arroz y diversas hortalizas en esta región.

ASIA ORIENTAL O ASIA DEL ESTE es una de las veintidós subregiones en que la ONU divide el mundo. Está compuesta por cinco países: China, Mongolia, Corea del Norte, Corea del Sur y Japón, además de dos dependencias, Hong Kong y Macao, y un país no reconocido, República de China, más conocido como Taiwán.[12] Posee 26 de las 100 mayores ciudades del mundo: Cantón, Shanghái, Pekín, Tianjin, Xiamen, Chengdú, Hangzhou, Shantou, Wuhan , Shenyang, Chongqing, Nankín, Xi'an, Wenzhou, Qingdao, Harbin, Zhengzhou, Hefei, Dalian y Changsha, en China; Tokio, Osaka y Nagoya, en Japón; Seúl (Corea del Sur), Taipéi (Taiwán) y Hong Kong.

Limita con Asia del Norte, al este con el Mar Amarillo y Océano Pacífico, al sureste con el Mar de la China Meridional, al sur con Sudeste Asiático, al suroeste con Asia del Sur y al oeste con Asia Central. Con 1 620 807 000 hab. En 2013 es la segunda región más poblada del continente —por detrás de Asia del Sur— y con 12 millones de km², la segunda más extensa, por detrás de Asia del Norte.

ASIA CENTRAL es una de las veintidós subregiones en que la ONU divide el mundo. Está compuesta por cinco países: Kazajistán, Kirguistán, Tayikistán, Turkmenistán y Uzbekistán. Sus mayores ciudades son Taskent(Uzbekistán), Almatý (Kazajistán), Asjabad (Turkmenistán) y Biskek(Kirguistán).

Limita al norte con Asia del Norte, al este con Asia Oriental, al sur con Asia del Sur y al oeste y noroeste con la parte europea de Rusia. Con 64 370 000 hab. en 2013 es la segunda región menos poblada —por delante de Asia del Norte—, con 4 millones de km², la menos extensa, y con 16.1 hab/km² la segunda menos densamente poblada, nuevamente por delante de Asia del Norte.

Asia Central se ha caracterizado históricamente por sus pueblos nómadas y por la Ruta de la Seda.[1] Como resultado ha sido la vía por la que se han movido personas, bienes, e ideas, entre Europa, Oriente Medio, Asia del Sur, y Asia Oriental.[2]

Existen varias definiciones de lo que constituye Asia Central. Actualmente se sigue la definición de la subregión de la ONU que la compone de cinco repúblicas ex-Soviéticas Kazajistán, Kirguistán, Tayikistán, Turkmenistán y Uzbekistán. En ocasiones, por razones étnicas se incluyen Mongolia, Afganistán, Pakistán del Norte, Irán del Noreste, Noroeste de India y el China del Oeste. En ocasiones se amplia aún más para acoger otras partes de China como Qinghai, Tíbet, Gansu y Mongolia Interior así como el sur de Siberia. El hecho de que las cinco repúblicas ex-soviéticas terminen con el sufijo "-stán" (que en persa significa "lugar de") hace que a esta región se la conozca coloquialmente como los Stans.

Previo al nacimiento de Mahoma y durante la Edad Media la región estaba compuesta de pueblos iranios[4][5] que incluía a sogdianos y corasmios sedentarios y a escitas y alanos seminómadas. La población sedentaria juega un importante papel en la historia de la zona, así los tayikos, pastunes, pamiris y otros pueblos iranios siguen presentes en la zona. Pero tras la expansión de los pueblos túrquicos, se convirtió también en patria de uzbekos, kazajos, kirguís y uigures de forma que en ocasiones Asia Central recibe el nombre de Turquestán.

El **Asia Central** es la región que engloba a las naciones que se encuentran en la parte central de Asia. No existe un acuerdo unánime sobre qué territorios forman esta región. Sin embargo existe un consenso general sobre algunas áreas geográficas definidas que sin duda pertenecen a esta zona; es el caso de las actuales repúblicas de Kazajistán, Kirguistán, Tayikistán, Turkmenistán y Uzbekistán.

Suelen considerarse también como parte de la zona, por vínculos geográficos, históricos y culturales, la Región Autónoma de Mongolia Interior de la República Popular China, y entidades federales integrantes de la Federación de Rusia: la República Kalmyk, la República de Tatarstán, la República de Bashkortostán, la República de Altái, la República de Tuvá, la República de Buriatia, y parte de la República de Saja.[6] Esta delimitación tiene sentido en la época actual, pero en términos históricos es habitual extender la denominación para comprender Afganistán, partes de Irán, Pakistán, Siberia, Cachemira y el Tíbet y las actuales repúblicas de Armenia, Azerbaiyán y Georgia, aunque estas tres últimas suelen incluirse también dentro del Cáucaso.

Geográficamente, el límite meridional de Asia Central está señalado por una línea casi ininterrumpida de cadenas montañosas, de unos 6.500 km de longitud, que llega desde la China hasta el mar Negro, dificultando el acceso hacia el interior desde Asia del Sureste, el subcontinente indio y Oriente Medio. Esas cadenas montañosas son, de este a oeste,

el Nan Shan, el Altyn-Tagh, los Karakórum, el Hindu Kush y el Paropamisus, el Elburz y las montañas del Cáucaso.

Al sur de esta línea se hallan dos extensas planicies cuya historia ha estado estrechamente relacionada con la de la propia Asia Central; dichas planicies son la meseta del Tíbet, cerrada al sur por el Himalaya, y la meseta de Irán, flanqueada por el sureste por las montañas de Kirthar y de Suleimán y al suroeste por los montes Zagros.

Los límites oriental y occidental de Asia Central son más difíciles de definir. En el este se puede trazar una línea a lo largo de la Gran Muralla China que continúa después, en dirección norte, desde Jehol, siguiendo el final de la zona de bosques de Manchuria; en el oeste, sin embargo, las praderas de Ucrania, que se extienden hasta Rumania y Hungría, constituyen una continuación geográfica e histórica de la zona de las estepas de Asia Central.

A pesar de que predomina la estepa, Asia Central, que se encuentra situada aproximadamente entre los 35º y los 55º de latitud, ofrece una amplia variedad de rasgos físicos, ya que contiene algunas de la cadenas montañosas más altas del mundo junto con algunas de las depresiones más notables como son las existentes al noreste del Caspio y alrededor de Turfan, en Sinkiang; los mismos extremos muestran también las temperaturas.

Desde un punto de vista geográfico Asia Central constituye una extensa región de variada geografía, desde altas montañas (Tian Shan), vastos desiertos (Kara Kum, Kyzyl Kum, Taklamakán) y estepas cubiertas de hierba. Las grandes estepas centroasiáticas se consideran unidas a la de Europa del Este como una zona geográfica homogénea, la Estepa euroasiática.

La mayoría de la tierra es demasiado seca o accidentada para la agricultura. El desierto de Gobi se extiende a los pies de la Cordillera del Pamir, 77° E, hasta los montes Gran Khingan (Da Hinggan), 116°–118° E.

Entre sus puntos se cuentan:

- El desierto más alto del mundo (de dunas), en Buurug Deliin Els, Mongolia, 50°18' N.
- El permafrost más sureño del Hemisferio Norte, en Erdenetsogt sum, Mongolia, 46°17' N.
- La distancia más corta del mundo entre un desierto no helado y permafrost: 770 km.

La mayoría de la población se gana la vida del pastoreo aunque en las ciudades de la región existen centros de actividad industrial.

Respecto a la hidrografía, los principales ríos son el Amu Darya, el Syr Darya y el Hari; los lagos son el agonizante mar de Aral y el lago Balkhash, ambos partes de la extensa cuenca endorreica de Asia central/occidental que también incluye al mar Caspio. Ambos cuerpos de agua han bajado su nivel en las últimas décadas debido al desvío de las aguas de los ríos a propósitos industriales y de irrigación. El agua es un recurso extremadamente valioso en la árida Asia Central capaz de llevar a importantes disputas.

CLIMATOLOGÍA

Puesto que no se halla ninguna gran masa de agua que amortigüe su clima, las fluctuaciones de temperatura son muy severas.

Según la clasificación climática de Köppen Asia Central es parte de la ecozona paleártica. El mayor bioma de la región es el llamado "praderas, sabanas y matorrales de clima templado". Otros biomas existentes son praderas y matorrales de montaña, matorrales desérticos y áridos y bosque templado de coníferas.

SUDESTE ASIÁTICO es una de las veintidós subregiones en que la ONU divide el mundo. Está compuesta por once países: Birmania, Brunéi, Camboya, Filipinas, Indonesia, Laos, Malasia, Singapur, Tailandia, Timor Oriental y Vietnam.

Limita al norte con Asia Oriental, al este con el océano Pacífico, el mar de la China Meridional, Micronesia y Melanesia, al sur con el océano Índico que la separa de Australia, al oeste también con el océano Índico y el golfo de Bengala, y al noroeste con Asia del Sur.

Comprende dos divisiones: la de Indochina (parte continental) y el archipiélago malayo también llamado Insulindia (parte insular).

A pesar del crecimiento vertiginoso que experimentó con la liberalización económica, esta fracasó cuando la región se estrelló estrepitosamente en la crisis financiera asiática de 1997. Actualmente los países se organizan en la Asociación de Naciones del Sureste Asiático (ANSA) que incluye a todos los países de la región, excepto Timor Oriental.

La región está ubicada entre los meridianos 90 y 130 Este aproximadamente y entre los paralelos 7 y 30 Norte, y comprende dos divisiones: la de Indochina (parte continental) e Insulindia (compuesta de los archipiélagos de la Sonda, las Molucas y las Filipinas).

Comprende una gran variedad geográfica y tiene una posición estratégica, ante todo se encuentra ubicada en medio de los dos gigantes asiáticos, la India al occidente y la China al norte, que cada uno a su tiempo le han dado su aportación. En la península Indochina se encuentran Birmania, Tailandia, Laos, Camboya, Malasia y Vietnam que a su vez conservan una cierta unidad dado su cercanía y común historia. En el archipiélago de Insulindia se encuentran Indonesia, Malasia y Filipinas constituidas por millares de islas; Timor Oriental, Brunéi y Singapur son territorios insulares que constituyen los países más pequeños de la región.

Los mares que rodean al sudeste asiático son los siguientes: al occidente el golfo de Bengala, al sur el océano Índico y al oriente al océano Pacífico, con una serie de mares y golfos al interior de la región como el golfo de Siam, el Mar de la China Meridional, el mar de Célebes y otros.

La región también es rica en sistemas fluviales importantes como el río Mekong, uno de los mayores del mundo, que nace al sur de la China, recorre Tailandia, Laos, Camboya y Vietnam. En este último país, al sur, crea un importante sistema deltaico. Se le une el Tonle Sap que forma el lago del mismo nombre dentro del territorio de Camboya. La importancia del lago es señalada por la fundación en sus orillas de la ciudad de Angkor.

El norte de la península Indochina es prácticamente montañoso como sistema ligado a la gran meseta del Tíbet. La mayor parte del territorio de Laos está cruzado por dicho sistema de montañas, con alturas que van entre los 2500 y 3000 metros, especialmente el altiplano de Yunnan, y del mismo modo, el norte de Tailandia y Vietnam. Las islas más grandes de los archipiélagos poseen sistemas importantes de montañas con alturas similares en Borneo, Célebes, Java y el norte de Filipinas.

OCEANÍA

Oceanía es el continente del mar. Aunque la mayor parte de su territorio se concentra en Australia las islas se diseminan por todo el Pacífico. Se distribuye entre dos placas tectónicas la del Pacífico y la Australiana. En el contacto entre ellas se encuentran las islas de origen volcánico, que tienen un aspecto montañoso muy pronunciado. Por el contrario, las islas alejadas de este contacto son de origen coralino; debidas a la emersión de grandes arrecifes. Estas son islas bajas y muy llanas. Muchas de ellas están en peligro a causa de la subida del nivel medio del mar en todo el planeta.

Australia es el país que concentra los grandes relieves del continente. Sus cadenas montañosas, se sitúan cerca de la costa, rodeando el país. Solo unas pocas montañas de escasa altitud se encuentran en el centro. Las cordilleras más importantes son:

* Alpes Australianos,
* Montes Blue,
* Cordillera de Nueva Inglaterra,
* Cordillera de la Gran Divisoria, la más larga pero la de menor altitud,
* Cordillera expedición,
* Cordillera Sound,
* Cordillera Seaview,
* Cordillera Gregory,
* Cordillera Durack,
* Cordillera Rey Leopoldo,
* Cordillera Hamersley
* Cordillera Stirling,
* Cordillera Flindres,
* Cordillera Barrier,
* Cordillera Selwyn,
* Cordillera Reynolds,
* Cordillera Macdonnell y
* Cordillera Musgrave,

Las mayores altitudes son: Jaya (5.029 m) y Wilheim (4.693 m).

El resto de Australia está dominado por las grandes llanuras y desiertos como las de:

* Gran Cuenca Australiana,
* Desierto Simpsom,
* Meseta Barkly,
* Cuenca de Canning, donde se encuentra el Gran Desierto de Arena,
* Desierto Tanami,
* Desierto de Gibson,
* Gran desierto Victoria y
* Llanuras de Nullarbor.

Fuera de Australia sólo las montañas de Nueva Zelanda tienen cierta importancia. Nueva Zelanda se divide en dos islas principales la Isla Norte y la Isla Sur. La Isla Norte presenta un centro montañoso muy complejo. En la Isla Sur se encuentran los Alpes

Neozelandeses, donde están las mayores altitudes del país, como el monte Cook (3.764 m).

EUROPA

Europa es el segundo continente más pequeño del mundo, sólo por detrás de Oceanía. Tiene una superficie de 10 530 751 km²,[1] lo que representa el 7 % de las tierras emergidas. A finales de 2016 está compuesto por cincuenta países, incluyendo Rusia y Turquía, aunque la mayor parte de sus territorios sea asiática. Su distancia máxima de norte a sur es de 4300 km y de este a oeste de 5600 km. Se sitúa en el hemisferio norte. Está unido a Asia, configurando una enorme península dentro de lo que se denomina Eurasia, y debe sus características de individualidad, además de a elementos físicos, a rasgos de orden histórico y humano.

Limita con el mar por tres de los cuatro puntos cardinales. A grandes rasgos, con el océano Ártico al norte, el océano Atlántico al oeste y el mar Mediterráneo al sur, lo que evidencia una importantísima influencia oceánica dada su amplia fachada formada por casi 38 000 km de costas y que, además, lo llega a caracterizar como uno de sus rasgos físicos más importantes, determinando el clima en la mayor parte del continente. Al este su límite es continental y, según la mayor parte de los geógrafos, lo sitúan al pie oriental de los montes Urales, el Río Ural, la cordillera del Cáucaso y el Mar Negro hasta llegar al mar de Mármara.

El continente se caracteriza también por poseer una gran parte de terrenos macizos, a la que se contrapone una parte mucho más articulada, compuesta por islas y penínsulas. Las islas representan el 8 % y las penínsulas el 27 % de Europa. El contorno de estas islas y penínsulas es muy diverso y accidentado por la gran extensión de sus costas.

GEOMORFOLOGÍA

La actividad orogénica ha moldeado el continente europeo, contribuyendo a la disposición actual de costas, ríos, cadenas montañosas y otros accidentes geográficos. Los principales periodos geológicos que han actuado sobre el suelo europeo son:

- Precámbrico o era arcaica (4500-570 m. a.): durante este periodo aparecieron los primeros núcleos emergidos. Los materiales más representativos eran rocas cristalinas formadas esencialmente por rocas ígneas y metamórficas.
- Paleozoico o era primaria (570-230/215 m. a.): una de las principales particularidades es que tienen lugar dos fases orogénicas, la caledoniana a principios y la herciniana a finales. Los tipos de roca son graníticas y gneis, además de cuarcitas y, en menor proporción, areniscas y calizas. Son los materiales del zócalo antiguo.

- Mesozoico o era secundaria (230/215-70/60 m. a.): era de calma tectónica donde tendrá lugar la acumulación de sedimentos, tanto en las depresiones de relieves orogénicos como consecuencia de su erosión, como en las fosas oceánicas. Estos sedimentos se transformarán en otro tipo de roca. Por ello las rocas más importantes son las calizas, como consecuencia de los sedimentos marinos, y las margas, arcillas y areniscas como consecuencia de la erosión de las existentes.
- Cenozoico o Terciario (70/60-3 m. a.): existencia de la orogenia alpina, que es la responsable de la configuración de las cordilleras actuales. Esta tectónica alpina posibilitó la existencia de relieves muy jóvenes como resultado del plegamiento de los materiales que se depositaron en el mesozoico. Su fuerza orogénica también llega a influir a materiales plegados y transformar las orogenias anteriores.
- Cuaternario (3 m. a.-actualidad): tienen lugar las glaciaciones; también se instala la red fluvial y pequeños movimientos tectónicos.

Europa es el continente con más territorio llano, con una altura media de 230 metros. La máxima expresión de estas planicies es la gran llanura europea, que se extiende 2000 km desde las costas atlánticas francesas hasta los montes Urales, la frontera física con Asia. Los puntos más altos son el monte Elbrus (Rusia) en la Europa oriental (5633 m), el Shkhara (Georgia) (5204 m) y el Mont Blanc (Francia) en la Europa occidental (4807 m).

Entre los golfos de Europa destacan el golfo de Vizcaya (Francia-España) y el golfo de Botnia (Suecia-Finlandia). Los estrechos europeos más importantes son el Paso de Calais (Francia-Gran Bretaña), el de Gibraltar (España-Marruecos), el de Dardanelos (Turquía), el del Bósforo (Turquía), el de Mesina (Italia), el de Oresund(Dinamarca-Suecia), etc.

Sus principales penínsulas son la Escandinava, Ibérica, Itálica y Balcánica, además de las penínsulas de Kola (Rusia), Jutlandia (Dinamarca), Bretaña (Francia) y Crimea (Rusia).

Sus principales islas son:

1. Gran Bretaña, con más de 218 000 km², es parte del Reino Unido.
2. Islandia, con más de 103 000 km², constituida como República de Islandia.
3. Irlanda, con más de 70 000 km², cuya mayor parte pertenece a la República de Irlanda y la porción nororiental al Reino Unido.
4. Sicilia, con más de 25 000 km², es parte de Italia.
5. Cerdeña, con más de 24 000 km², es parte de Italia.
6. Córcega, con más de 8700 km², es parte de Francia.
7. Creta, con más de 8300 km², es parte de Grecia.
8. Selandia, con más de 7500 km², es parte de Dinamarca.
9. Eubea, con más de 3900 km², es parte de Grecia.
10. Mallorca, con más de 3600 km², es parte de España.
11. Fionia, con más de 3400 km², es parte de Dinamarca.

CLIMA

El continente europeo es una zona templada en su mayor parte. Su clima no solo varía de norte a sur, sino también de oeste a este a causa de las corrientes de aire polar marino y polar continental, y en menor medida de las corrientes de aire tropical marino y tropical continental.

En Europa se pueden distinguir los siguientes climas:

- **Clima mediterráneo**: entre los 30º y los 45º de latitud se puede encontrar el clima mediterráneo. De él cabe destacar la aridez que se produce durante el verano provocada por el clima subtropical, y la humedad del invierno debido al frente polar.

- **Clima oceánico**: es un clima que comprende las orillas del océano Atlántico y va desde Noruega hasta la costa norte de Portugal. Este clima posee una humedad constante y temperaturas moderadas sin grandes oscilaciones.

- **Clima continental**: se caracteriza por el contraste entre las precipitaciones, altas temperaturas del verano y el frío seco del invierno. Las altas temperaturas del verano hacen que la evaporación del agua que cae en forma de chaparrones sea muy alta.

- **Clima de tundra**: se da entre los 60 y 80 grados de latitud, en Rusia y al norte de Noruega, Suecia y Finlandia. Se caracteriza por escasas precipitaciones (alrededor de 250 mm de media) y un frío constante con máximas de 10 °C durante todo el año.

- **Clima de montaña**: en el clima de montaña la temperatura disminuye de 0,5 a 1 °C con cada 100 metros de altura, lo que aumenta la humedad relativa del aire y provoca precipitaciones.

- **Clima estepario**: Se da en la zona oriental de Europa, desde Ucrania hasta Kazajstán, en el desierto del Ryn, límite con Asia. También se pueden dar estas condiciones climáticas en puntos localizados del Mediterráneo: valle del Ebro, sureste español y zonas secas del sur de Italia. Se caracteriza por las bajas precipitaciones y las grandes oscilaciones térmicas. Generalmente las precipitaciones son de 200 mm a 400 mm.

HISTORIA GEOLÓGICA DE EUROPA

Las primeras tierras emergidas en Europa pertenecen al Precámbrico, son los escudos del norte y del este del continente. Desde que emergieron han estado funcionando como superficies de erosión, por lo que las formas que encontramos en ellos son suaves y redondeadas, y los materiales muy duros, como corresponden a las raíces profundas de las antiguas cordilleras (granitos, gneis y pizarras). Pertenecen a este conjunto las regiones de Escocia y el escudo escandinavo, y la gran llanura rusa. Estos conjuntos aparecen durante la orogenia huroniana.

Durante la orogenia caledoniana, a comienzos del Paleozoico, aparecen las regiones del norte de Europa. Surgen las tierras septentrionales, desde Irlanda hasta Escandinavia, rejuveneciendo las formaciones escocesas. Los relieves caledonianos se forman sobre materiales muy duros y muy desgastados. La norma es el relieve apalachense, pero también hay restos de fenómenos volcánicos. Es extiende desde el centro de Irlanda, al norte de las Islas Británicas y por el escudo escandinavo, lo que quiere decir que ha estado intensamente afectado por la morfogénesis glaciar hasta una altitud muy baja; los fiordos son valles glaciares inundados por el mar.

En la orogenia herciniana aparece el grueso del continente europeo. En realidad surgen los macizos montañosos desde el oeste hasta el este: el macizo hespérico, el macizo de Bretaña, el macizo central francés, el macizo de Bohemia, el macizo de los Urales, etc.; entre los que se sitúan depresiones poco profundas que se irán colmatando a lo largo del Mesozoico y el Terciario, haciendo surgir la mayor parte del continente. También aparece el mar de Tetis: el gran geosinclinal con el que se formarán las montañas alpinas. Hoy en día, ese relieve está totalmente peniallanado, aunque en muchos sitios ha sido rejuvenecido por la orogenia alpina. Las cordilleras hercinianas se convertirán en macizos antiguos, cuando estén completamente arrasadas. Los bloques elevados muestran materiales metamórficos muy duros, más duros cuanto más al interior estén, como el granito, el gneis, la pizarra, etc. Estos macizos se rejuvenecerán durante la

orogenia alpina creando relieves de horst y graben en los que aparecen restos de relieve apalachense, como en el macizo central francés, el macizo de Bohemia o el macizo hespérico. En las zonas de borde de los escudos aparecen materiales esquistosos como el flysch, de las Ardenas o el Harz. En lugares como Sistema Ibérico las zonas cubiertas por materiales sedimentarios tendrán pliegues de cobertera. En los macizos rejuvenecidos aparecerán batolitos y fenómenos de vulcanismo. Encontramos estos elementos en la cuenca del río Loira y el río Allier, en el Rin medio, en la cubeta de Bohemia, en el macizo central francés o en el Sistema Central ibérico.

Durante el Mesozoico todo el conjunto actúa como superficie de erosión, quedando totalmente arrasado. Los materiales se acumulan en las inmediaciones de los grandes macizos. Aparecen así las grandes llanuras europeas y las llanuras intramontañosas, sobre bloques hundidos. Se colmata también el geosinclinal de mar de Tetis. Además, durante todo el período se dan regresiones y transgresiones marinas que labran superficies de erosión a diferentes niveles. Las regresiones y transgresiones más importantes tienen lugar en diferentes pisos del Triásico, el Jurásico y el Cretácico, durante los que se acumulan gran cantidad de sedimentos. El relieve dominante es la llanura y la campiña, con mesetas y oteros. En el Mesozoico encontramos grandes conjuntos sedimentarios en cubetas, como la cubeta Londres-Flandes-París, de facies marina y en la que los materiales se organizan concéntricamente. Pero, además, se colmatan las fosas tectónicas interiores, con materiales de facies continental, como en los Sudetes o en el macizo de Bohemia. Son regiones suavemente onduladas. Fosas de este tipo encontramos, también, en el interior de los macizos antiguos, pero sedimentadas en el Terciario, como la llanura de Saona o las mesetas ibéricas. Frecuentemente tienen detritos mixtos, marinos y continentales, del Terciario y el Mesozoico. Estas regiones que sedimentan el interior de los macizos antiguos se ven afectadas por la orogenia alpina que genera pliegues de cobertera.

Durante el Terciario, tiene lugar la orogenia alpina, que en Europa tiene su momento culminante durante el Mioceno. En la orogenia alpina se pliegan los materiales acumulados en el geosinclinal del mar de Tetis, pero, además, se rejuvenece los macizos antiguos hercinianos. El relieve que presenta, pues, es el típico relieve alpino de crestas vivas, mantos de corrimiento y pliegues, pero, también, el relieve de horst y graben propio de las regiones fracturadas con bloques elevados y hundidos. Durante la orogenia alpina surge el sur de Europa: Cordillera Cantábrica, Pirineos, Alpes, Cárpatos y la península de Crimea por el norte; y la cordillera Bética hasta Mallorca, Apeninos, Alpes Dináricos, Balcanes, Creta y Chipre por el sur. Este relieve se organiza en torno a los escudos hercinianos, mucho más duros.

Durante el Cuaternario se configura el relieve actual, ya que todo el conjunto comienza a actuar como superficie de erosión bajo todos los climas. Las huellas de este retoque se observan en todas partes, ya que han modificado de manera relevante la configuración inicial, hasta el punto de invertir el relieve. Las épocas más activas, bajo el punto de vista de la erosión, son las de rexistasia, frente a las de biostasia. Son épocas de rexistasia los períodos áridos que modifican las formas, sobre todo en el sur, y las épocas de glaciación que afectan a todo el continente, aunque de manera más eficaz al norte. Es en esta época en la que encontramos formas de acumulación y revestimiento, fenómenos hidroeustáticos, glacioeustáticos e isostáticos como los que formaron las rasas marinas. Las glaciaciones tienen un patrón de incidencia norte-sur muy marcado. Los sistemas morfogenéticos del cuaternario son los responsables de relieve actual.

AMÉRICA

GEOMORFOLOGÍA

Se divide en tres grandes sectores: Norte, Centro y Sur, respectivamente, cada uno de los cuales presenta una variedad de relieves que a continuación detallaremos:

① América del Norte

Su territorio se extiende desde el Círculo Polar Ártico hasta el extremo meridional de México (15°de latitud norte).

Superficie: 23 477 000 km²

Geomorfología: El relieve de Norteamérica comprende:

A. Los Sistemas Orográficos Occidentales, que comprenden:

✍ Las Montañas Rocallosas, que se extienden desde México hasta Alaska. En México se llama Sierra Madre Oriental. Son montañas inestables y volcánicas, emergidas durante la era terciaria. En Alaska toma el nombre de Montes de Alaska, donde se encuentran los picos más elevados de Norteamérica: el Mckinley y el Monte Logan.
✍ Sierra Nevada y Sierra de las Cascadas, localizados en el extremo occidental del continente (entre Canada y EE.UU). En México se llama Sierra Madre Occidental, donde esta el nevado De Colima.
✍ Mesetas: De Alaska, De Columbia, Utah y Colorado, Anahuac.

B. Sistema Orográfico Oriental:
✍ Conformado por los Montes Apalaches, su cima más alta es el monte Mitchel (2038m).

C. Llanuras:
✍ La gran llanura Central, una gran parte de esta llanura está drenada por el río Mississipi y sus grandes afluentes, el Missouri, el Arkansas y el Ohio.

D. Puntos Notables:
✍ Mckinley (Alaska) 6194 m monte más alto.
✍ Valle de la Muerte (-86m) punto más bajo.
✍ Sonora desierto más extenso de Norteamérica.

② América Central

Centroamérica tiene como sistema orográfico a la cordillera de América Central, plegada, como los Andes, durante la era Terciaria. La cordillera de América Central, no es tan alta como los Andes. Sin embargo se le nota mucho más impresionante, mucho más perfilada, exhibiendo numerosos volcanes activos y apagados que han contribuido a modelar un relieve abrupto y empinado.

A. Volcanes:
✍ Tajumulco (Guatemala) 4220 m. Más alto de Centroamérica
✍ San Vicente, San Miguel (El Salvador)

✍ Irazu y El Turrialba (Costa Rica).

Estos volcanes forman parte, como la cordillera de los Andes, del Círculo de Fuego del Pacífico.

③ **América del Sur**

El relieve sudamericano presenta tres grandes sistemas orográficos: El Sistema Andino, el sistema Brasileño, y el sistema de Parima. Cada uno de ellos están conformados por una o más cadena de montañas, valles interandinos, nudos y mesetas.

A. Cordillera Países:

✍ Andes Argentina, Chile, Bolivia, Colombia, Perú, Ecuador Venezuela.

✍ Parima Brasil, Venezuela.

✍ Pacaraima Brasil, Venezuela.

✍ Tumuc- Humac Guyana francesa, Brasil

✍ Sistema Brasileño Brasil

B. Mesetas Desiertos:

✍ Patagonia Atacama.

✍ Collao Calama.

✍ Matto Grosso Sechura.

✍ Vizcachas.

C. Puntos Notables:

✍ Aconcagua (6959m) pico más alto. (Argentina).

✍ Maracaibo lago más extenso. (Venezuela).

✍ Atacama desierto más árido. (Chile).

GEOGRAFÍA DE AMÉRICA

América corresponde a la segunda masa de tierra más grande del planeta, después de Asia, con una extensión aproximada de 42 111 231 km². Se extiende de norte a sur desde el Cabo Morris Jesup (83ºN, Canadá) en el océano Glacial Ártico hasta el pasaje de Drake, que separa al continente americano de la Antártida. Su punto más oriental corresponde al cabo Branco en Brasil (34°47'W) mientras que el más occidental corresponde a la isla Attu en las islas Aleutianas (173°11'E), junto al estrecho de Bering que separa a Alaska del continente asiático. Cubre el 8,3 % de la superficie total de la tierra y el 28,4 % de la tierra emergida; además concentra el 14 % de la población humana.

Está compuesta por tres subcontinentes: América del Norte, América Central y América del Sur y un arco insular conocido como las Antillas. De acuerdo a las teorías de la deriva continental y de tectónica de placas, lo que sería América del Norte y América del Sur habrían permanecido durante millones de años separadas. Luego de la división de Gondwana y Laurasia ambos subcontinentes habrían viajado hasta su actuales

posiciones quedando unidos por Centroamérica, un puente de tierra surgido entre ellos por acción de la tectónica de placas, que fuera primero un arco insular y más tarde se convertirá en tierra continua. El punto más delgado de esta unión lo constituye el istmo de Panamá, formado hace 3 millones de años. Otro arco insular, las Antillas, constituyen una segunda conexión entre los subcontinentes.

La cumbre máxima del continente es el Aconcagua en Argentina, con 6960,8 m s. n. m.; es el punto más alto del mundo fuera de los Himalayas (en Asia), además de ser la cumbre de mayor altitud de los hemisferios meridional y occidental. La segunda cumbre continental es el nevado Ojos del Salado, entre Argentina y Chile, el cual destaca además por ser el volcán más alto del mundo.

América está compuesta básicamente por una serie de altas cordilleras en la costa occidental en las zonas de choques y hundimientos de placas tectónicas, como es el caso del Cinturón de fuego ubicado a lo largo de las placas continentales con la Placa Pacífica.

En América del Norte, destacan del lado occidental las Montañas Rocosas, la cadena Costera, la sierra Madre Occidental, sierra Madre del Sur, la sierra de Baja Californiay la sierra de Nevada; del lado oriental, destacan únicamente los montes Apalaches. En el centro de América del Norte se encuentran las llanuras más grandes del continente, destacando la zona de las Grandes Llanuras y la Mesa del Centro de México.

En América Central se encuentra solo una cadena montañosa que es la cordillera Centroamericana, la cual atraviesa todos los países de esta región, recibiendo un nombre distinto en cada uno de estos.

En las Antillas, el relieve es un arco insular combinado con valles, montañas, llanuras y mesetas que representan un gran atractivo turístico sobre la región; en las islas más grandes podemos encontrar la sierra Maestra, en Cuba, y los macizos Selle y Hotte, en la isla de La Española; el resto de las islas son puntas de montaña que sobresalen del mar siendo algunas planas y otras más escarpadas.

En América del Sur destacan los Andes, en donde se encuentran todas las cimas más importantes del continente. Los Andes es la cordillera emergida más larga del mundo y es una de las principales fuentes económicas en los países donde se encuentra. También podemos encontrar llanuras como la llanura del Orinoco, del Amazonas, del Gran Chaco y la Pampa. En la costa del Atlántico se ubica también la meseta brasileña. La costa, aunque en gran parte es regular, presenta tramos desmembrados principalmente en sus extremos dando origen a las islas del Ártico canadiense y Groenlandia en el norte, y Chiloé y Tierra del Fuego en la zona austral. Otros grupos de islas importantes corresponden a las islas Aleutianas en el extremo noroccidental, las Antillas en el mar Caribe, las islas Galápagos en medio del océano Pacífico y las islas Malvinas en el Atlántico Sur.

LA ESTRUCTURA GEOLÓGICA:

América se divide en diferentes zonas estructurales agrupadas según el período de formación. América pose una altura media de 655 m, solo superada por Antártica con 2600 m y África con 750 m.-

ZONAS PRECÁMBRICAS: Comprende: Escudo Canádico, Macizo de Guayana, Macizo de Brasilia y el sistema Tandilla.

Escudo Canádico:

Es el núcleo cristalino más antiguo de la corteza terrestre (4000 millones de años). Ocupa el NE de América del Norte.

Fue afectado por diferentes ciclos orogénicos y muy afectado por los agentes externos, principalmente los hielos del pleistoceno (hace 2 mill años) que transformaron el aspecto general del paisaje.
En su carácter de escudo del subsuelo (cratógeno) norteamericano, la posición y naturaleza de sus rocas afectaron el trazado de los plegamientos posteriores.
La posición casi horizontal solo ofrece un ligero achatamiento que determino la formación de la bahía de Hudson y del archipiélago ártico.
Se caracteriza por ocupar zonas de escasa iluminación solar.
Posee innumerables cuencas lacustres residuales (lagos y lagunas) unidas por ríos que ponen al descubierto con saltos y rápidos el viejo basamento cristalino.
En el sur donde hay depósitos de morenas, glaciares cubiertos por nieve y formaciones de tundra y bosques, donde se encuentra la cuenca del San Lorenzo, con numerosos puertos naturales, permiten recién el asentamiento humano en condiciones favorables.

Macizo de Guayania:

Situado en el ángulo noreste de América del Sur.
El relieve actual, consecuencia de la orogenia andina y de la erosión fluvial, es viejo con serranías en parte tubulares y con laderas empinadas.
La población se encuentra muy dispersa.

Macizo de Brasilia:

Separado del de Guayania por la llanura amazónica.
En cuanto al origen y la morfología presenta las mismas características que el de Guayania.
Es el más importantes de los cratógenos sudamericanos por su desarrollo y porque se prolonga en el subsuelo de las llanuras centrales.
Ambos macizos se extienden en climas, con cubierta vegetal de selva y bosques tropicales y sabanas.
Son muy ricos en minerales metalíferos.
En ellos hay escasa población, la mayor concentración al E del de Brasilia.
Constituye una zona pionera de penetración y asentamiento humano que Brasil necesita incorporar mediante población estable con nuevos objetivos económicos, ganadería y minería.

Sistema de Tandilla:

Son pequeñas sierran que interrumpen la llanura pampeana.
Poseen las rocas muy antiguas.
Con la orogenia andina fueron fracturadas y ascendidas, lo que le dio su aspecto actual.
Se extienden en clima adecuado para el establecimiento humano.
Posee riqueza minera y son aptas para las actividades agropecuarias.

ZONAS PALEOZÓICAS:

MONTES APALACHES:

Localizado hacia el E de América del Norte y al SE del Escudo Canádico. Tiene una dirección SO – NE, desde la llanura del Mississippi hasta la isla de Terranova (O. Atlántico).
Formado por la orogenia Caledónica y Varísica, en la actualidad presenta sierras bajas y redondeadas, resultado de levantamientos recientes con formación de fallas y mesetas y de la continua erosión.
Debido a la edad geológica (mill de años) estas montañas son ricas en combustibles (hulla, petróleo) y en minerales metálicos (hierro) y abundante energía hidroeléctrica.
El clima, la posición geográfica, los frecuentes y profundos estuarios aptos para la construcción de puertos, fueron los factores que permitieron el desarrollo de una importante actividad industrial y una gran concentración humana.
Al O del río Mississippi se ubica una continuación natural de los Apalaches, la meseta de Ozark y las montañas Guachita.

PATAGONIA:

Localizada en extremo S de América, desde el pie de monte andino hasta el Atlántico.
Es el resultado de cratones precámbricos y grandes acumulaciones sedimentarias a partir de la era paleozoica, de erosión y de movimientos de ascenso y descenso que llegan hasta la cenozoica.
El relieve actual es muy variado presentando: mesetas (con pequeñas formaciones precámbricas), cuencas, terrazas, valles fluviales, zonas deprimidas y serranías aisladas.
Clima frío, árido y muy ventoso. La vegetación es de estepa.
Posee riqueza de hidrocarburos, carbones y otros minerales.
Es baja la densidad de población, concentrada especialmente sobre la costa atlántica.
Continente de Laurentia o Laurasia: antes de existir el O. Atlántico estaba formado por sectores de de tierra de Europa, Asia, los Apalaches y el Escudo Canádico.
Continente de Gondwana: Unía M. Guayania. Brasilia, Patagonia y Tandilla a África, India meridional, Australia y Antártica.

ZONAS MESOZOICAS:

SISTEMA DE VENTANIA:

Constituido por pequeñas sierras ubicadas al sur de la región pampeana, al SE de las Sierras de Tandil y al N de la Patagonia.
Formadas por la orogenia cimérica y elevada posteriormente por el plegamiento andino.
Posee riqueza minera y actividades agropecuarias. Clima adecuado para el asentamiento humano.
Importante desarrollo del turismo.

ZONAS CENOZOICAS:

Sistemas orográficos occidentales: Comprende una serie de macizos y cordilleras de origen andino, pero también bloques más antiguos que fueron afectados y modificados intensamente por esta orogenia, por esos se los considera dentro de ella. Se localiza en la

tres Américas.

América del Norte: Sobre el pacífico tiene un enorme complejo de mesetas y cuencas encerradas entre dos sistemas de cordilleras.
Se extiende en latitud desde Alaska hasta Tehuantepec: al E el sistema de la Rocallosas que emergen abruptamente de los llanos del E y por el O el sistema de cadenas Costeras del Pacífico, compuesta por una serie de pliegues semihundidos, entre los cuales se intercalan cuencas y valles.
Entre los 38º y 42º N es donde el sistema montañoso adquiere su ancho mayor de 1700 km, disminuyendo hacia el N y el S.
El sistema se despliega sobre todos los climas y vegetaciones del subcontiente, cruzando los desiertos nevados del ártico, los bosques boreales canadienses, las zonas áridas interiores hasta los cálidos desiertos del Colorado y México.

América Central ístmica: integrada por un corredor que une las dos grandes masas territoriales y por un conjunto de islas que cierran el mar de las Antillas.
Se destacan, cordilleras, mesetas, llanuras litorales, valles e islas coralinas.
Todo este conjunto se encuentra en un clima cálido, con vegetación exuberante.

América del Sur: Todo el sistema orográfico se encuentra hacia occidente, de N a S.
A ambos lados de la colosal cordillera y dentro de sus cadenas, como zonas intermedias hallamos una serie de elementos orográficos que contribuyen a aumentar la solidez del macizo, zonas que eran más antiguas y que fueron rejuvenecidas por la orogenia andina.
Este sistema se extiende desde las tórridas costas del mar del Caribe hasta las latitudes subsolares de Tierra del Fuego, para continuarse en el arco de islas de las Antillas y en la península antártica.
En toda esta estructura se desarrolla una importante diversidad de vida basada en el relieve, clima, vegetación y los variados elementos económicos.

LAS PLACAS COMO SUSTENTO DEL CONTINENTE AMÉRICANO:

El basamento geológico estructural del territorio americano está constituido por tres placas de la corteza terrestre: la Norteamericana, la del Caribe y la Sudamericana. Cada una de ellas ha tenido una evolución geológica estructural disímil por lo que conformaron tres masas emergidas: América del Norte, Central y del sur.

Durante la era Paleozoica, hace más de 200 millones de años, la antigua Pangea comenzó a desmembrarse en bloques, Laurentia o Laurasia al N y Gondwana al S. Estos bloques o placas tectónicas son los núcleos de loa actuales continentes.

Más tarde, estas placas se fueron distanciando entre sí paulatinamente, la placa Norteamericana se apartó de la Euroasiática y la Sudamericana de la Africana y de la Antártica. Prueba de esta separación es la continuidad de los cordones montañosos a ambos lados de las fracturas. Los Montes Apalaches formaban una unidad con las actuales estructuras caledónicas y varísicas del NO europeo.

En América del Sur el Sistema de Tandilla es similar en su constitución geológica a la meseta del Sur de África y la Sierra de la Ventana está relacionada con los montes Dragones de África del Sur.

Durante la era Mesozóica, hace aproximadamente 135 millones de años las placas Norteamericana, Euroasiática y Africana continuaron separándose, ampliando el Océano

Atlántico. Todavía permanecía separadas las placas Norteamericanas y Sudamericanas, pues no estaba presente la placa Caribe.

GEOLOGÍA DE ARGENTINA

La geología de Argentina describe la composición y la historia de la formación y desarrollo de las regiones geológicas que hoy comprende la Argentina. Entre las unidades geológicas argentinas destacan el sistema de los Andes al oeste, tectónicamente activo, y la zona oriental, más estable, compuesta por los zócalos precámbricos del macizo patagónico al sur y el escudo o macizo de Brasilia al norte y, apoyada sobre este, la llanura chaco-pampeana, formada por la acumulación en épocas geológicas recientes de sedimentos marinos y volcánicos.

Argentina está formada por las mismas unidades tectónicas básicas del resto del continente sudamericano.

La cordillera de los Andes se extiende de norte a sur en la zona occidental, paralela a la costa del Pacífico; originada durante la era Terciaria, se caracteriza por altas elevaciones e intensa actividad volcánica y sísmica.

La parte oriental del país se apoya sobre dos bloques antiguos que se tocan en el Río Colorado: la meseta Patagónica, al sur, está formada por mesetas escalonadas hacia el este, recubiertas por cantos o depósitos eólicos. Los bordes forman barrancos, pronunciados con desniveles de hasta 200 m. Los valles fluviales discurren de oeste e este; este escudo se prolonga hacia el océano Atlántico, dando lugar a la plataforma continental de la que sobresalen las islas Malvinas.[2] El macizo de Brasilia constituye la base del norte del país; se encuentra por la mayor parte recubierto de sedimentos excepto por algunos afloramientos en las Sierras Pampeanas, Puna, Sierras de Tandilia e isla Martín García.

Finalmente, las cuencas sedimentarias de formación reciente están representadas por la llanura chaco-pampeana, que se extiende desde el pie de los Andes hasta el Atlántico y comprende las llanuras del Chaco, la Pampa y la Mesopotamia argentina. La cuenca del río Paraguay ocupa el extremo oriental. Las zonas occidental y central están drenadas por los ríos procedentes de los Andes. En el sur, la poca pendiente del relieve y los suelos arcillosos originan una zona altamente inundable.

HISTORIA GEOLÓGICA DE ARGENTINA

TIEMPOS PRECÁMBRICOS

Durante el Precámbrico, Sudamérica estaba unida a África, India, Australia y a la Antártida oriental formando Gondwana.[4] En esta era se formaron las rocas que constituyen la base continental de Argentina y el resto de América del Sur, y se consolidaron los cratones de Brasilia y Patagonia, formados por la deposición de sedimentos y posteriores intrusiones magmáticas. Los diversos ciclos orogénicos de esta era dieron lugar a los terrenos de la llanura bonaerense e isla de Martín García[5]

Desde final del Proterozoico se fueron depositando en el borde occidental de la placa sudamericana grandes masas de sedimentos marinos y continentales, iniciando los ciclos orogénicos de la era Paleozoica

ERA PALEOZOICA

En la era Paleozoica, A inicios de la era Paleozoica (550 millones de años atrás) se produce un plegamiento y el levantamiento de los sedimentos acumulados desde fines de la era Precámbrica en el borde occidental de la placa Sudamericana. Como resultado de

ese movimiento, se forman las Sierras Pampeanas y la Precordillera de La Rioja, San Juan y Mendoza; y también el Sistema de Famatina . Hacia fines de la era Paleozoica (hace 225 millones de años) se produce una nueva orogenia, que forma la Cordillera Oriental y la Cordillera Frontal, y que también afecta a la Precordillera y Famatina.

ERA MESOZOICA

En el Mesozoico los continentes empiezan a desplazarse a su configuración actual, tras una reunión de las masas continentales que tuvo lugar a finales del Paleozoico. América del Sur se separó de la Antártida y de África durante el periodo Cretácico.[4]

En esta era la formación orogénica tuvo lugar principalmente en la Cordillera Fueguina y en la región insular al este del cabo de Hornos. Este ciclo orogénico se inicia con el proceso de apertura del Atlántico sur.[5] Se formaron el sistema de Ventania, en la provincia de Buenos Aires y el sistema de Patagónides (desde Neuquén hasta el lago Musters, en Chubut). La intensa actividad volcánica durante el Cretácico cubrió de cenizas la Patagonia, resultando en bosques petrificados.[6]

Hacia el norte, los procesos predominantes fueron la aparición de fracturas debidas al movimiento de deriva continental, el consiguiente hundimiento de terrenos. El mar penetró sobre los bloques hundidos del macizo de Brasilia y fue depositando sedimentos marinos, que hoy forman parte de las llanuras. Los materiales resultantes de la erosión de las cordilleras de oeste y los sedimentos marinos también rellenaron los *rifts* o cuencas en el oeste de Patagonia; este proceso de sedimentación dio lugar a la formación de importantes yacimientos de hidrocarburos.

ERA CENOZOICA

La era Cenozoica se divide en dos periodos: el Terciario y el Cuaternario.

En el período Terciario de la era Cenozoica (hace 65 millones de años) comienza el último proceso orogénico de gran magnitud que afecta al actual territorio argentino: el que provoca la formación de varios sectores de lo que se conoce como la Cordillera de los Andes: se levanta la Cordillera Principal. Se trata de un movimiento iniciado hace 65 millones de años y que aún persiste; de hecho, la Cordillera continúa ascendiendo, en promedio, un centímetro por año. Este proceso orogénico, además, transformó la mayoría de los relieves preexistentes. Por ejemplo, fractura y levanta la Puna, las cordilleras Oriental y Frontal (por ej el Aconcagua está en Cord. Frontal, pero al levantarse la cord Principal, rompe en bloques la cordillera Frontal y termina levantando más alto algunos bloques de la cordillera anteriormente formada), la Precordillera, las Sierras Pampeanas y el Sistema de Tandilia también sufrieron movimientos por el levantamiento de la Cord Principal. . Otros bloques se hundieron y fueron cubiertos por capas de sedimentos, lo que favoreció la formación de planicies y llanuras.

El macizo de Brasilia es fracturado en bloques que se elevan y se hunden. Los bloques levantados forman las Sierras Pampeanas en el centro y las de Tandilia en Buenos Aires; los bloques hundidos formaron la cubeta sedimentaria sobre la que se forma en el Cuaternario la Llanura Chaco Pampeana.

El comienzo del Cuaternario está definido por el inicio de fluctuaciones climáticas, con temperaturas medias entre unos 4 y 5°C más bajas que las actuales. En las latitudes altas y templadas, así como en las regiones elevadas de los Andes se forman enormes glaciares que descendieron hacia zonas más bajas formando valles y lagos de origen glaciario y depósitos de morrenas.

Las características generales de la topografía de la Argentina son la presencia de montañas en el oeste y de llanos en el este, configurando una planimetría que disminuye en altitud de oeste a este.

El extremo claro oeste está conformado por la Cordillera Principal del sistema andino, dónde se encuentran las más grandes alturas del continente, entre ellas, el cerro Aconcagua (6960,8 msnm) en Mendoza, el monte Pissis (6882 msnm) en La Rioja, el nevado Ojos del Salado (6864 msnm), en Catamarca, el cerro Bonete Chico (6850 msnm) en La Rioja, el cerro Tupungato (6800 msnm) en Mendoza, el cerro Mercedario (6770 msnm) en San Juan, entre otros.

El tramo patagónico de los Andes, que nace en Neuquén, es notoriamente más bajo que el sector norte: el volcán Lanín (3776 msnm) en Neuquén, el monte Tronador(3478 msnm) en Río Negro y el monte Fitz Roy o Chaltén (3405 msnm) en Santa Cruz, son sus mayores alturas.

Inmediatamente al este de la cadena principal, se encuentran una serie de cordilleras o sierras que, teniendo orígenes distintos o idénticos a la cordillera de los Andes en sí misma, forman con esta parte del sistema andino. Un primer grupo de éstas, son aquellas cordilleras que corren paralelas a la Cordillera Principal en su parte más elevada: Sierra de la Punilla (cerro Silvo, 4486 msnm) en San Juan, Sierra del Tontal(cerro Pircas 4366 msnm) en San Juan, Sierra de Uspallata (cerro Pelado 3452 msnm) en Mendoza, Cordón del Plata (cerro Blanco 5490 msnm) en Mendoza, a los que se puede agregar la Cordillera del Viento (volcán Domuyo 4709 msnm) en el norte de Neuquén.

Las **Sierras Subandinas**, en el norte, son una serie de sierras escalonadas que conforman valles muy poblados; en estas sierras se encuentran el Nevado de Cachi(6380 msnm), el Nevado de Chañi (6200 msnm), el Nevado de Palermo (6172 msnm) y el Nevado Queva (6130 msnm), todos en Salta y Jujuy.

Más espaciadas, al sur de las sierras subandinas y al este de las paralelas a la Cordillera Principal, se encuentran varias sierras y cordilleras separadas por llanuras. Ellas son la Sierra del Aconquija (Cerro del Bolsón 5550 msnm, en Tucumán) en Catamarca y Tucumán, la Sierra de Fiambalá (cerro Morado, 4920 msnm) en Catamarca, la Sierra de Ambato (4407 msnm) en Catamarca, la Sierra de Famatina (cerro General Belgrano, 6201 msnm) en La Rioja, la Sierra de Velasco (cerro El Mela, 4257 msnm) en La Rioja, la Sierra de Valle Fértil (cerro Tres Mojones, 2537 msnm) en San Juan, la Sierra Pie de Palo (mogote Corralitos, 3162 msnm) en San Juan, las Sierras de Córdoba (cerro Champaquí, 2790 msnm) en Córdoba, la Sierra de San Luis (cerro Agua Hedionda, 2150 msnm) en San Luis y la Sierra del Nevado (cerro Nevado, 3810 msnm) en Mendoza.

La **meseta patagónica** es un conjunto de altiplanos y llanuras elevadas y áridas intrincada con escarpadas sierras, enclavada entre los Andes patagónicos y el océano Atlántico, donde cae abruptamente en altos acantilados que dan al Mar Argentino. Esta altiplanicie está salpicada por esporádicas sierras bajas y pequeñas y cerros aislados (cerro Anecón Grande, 2010 msnm en Río Negro, cerro Calfuquir, de 1885 msnm en Chubut, cerro Cojudo Blanco, 1335 msnm en Santa Cruz). En la Patagonia Argentina se encuentra la depresión más profunda de toda América: La laguna del Carbón a 105 metros bajo el nivel del mar.

En la Mesopotamia oriental, sobre las estribaciones del escudo de Brasilia, el relieve se presenta como sierras bajas en la provincia de Misiones (sierra de Misiones o del Imán, 846 msnm), que hacia el sur, en las provincias de Corrientes y Entre Ríos, se transforman

en cuchillas o lomadas de origen sedimentario más bajas aún, que constituyen una topografía ondulante (Tres Cerros, 138 msnm en Corrientes).

La gran **llanura Chaco-Pampeana** constituye el ambiente geográfico emblemático de la Argentina. Constituyen llanuras con pocas ondulaciones (con excepción de sierras aisladas en el sur de la Pampa), subtropical al norte (Chaco) y templada al sur (Pampa). La pendiente, suave, de dirección noroeste - sudeste, es prácticamente imperceptible, por lo que los ríos surcan la llanura son sinuosos, formando esteros y pantanos en terrenos donde la pendiente casi se anula: río Teuco en Salta, ríos Salado y Dulce en Santiago del Estero, Formosa, esteros del Iberá en Corrientes, sur de Córdoba, sudeste de Buenos Aires. La monotonía del paisaje solo se quiebra con la presencia de algunos sistemas serranos: el Sistema de Tandilia (cerro La Juanita, 524 msnm), el sistema de Ventania (cerro Tres Picos, 1238 msnm) en Buenos Aires, la Sierra de Lihuel Calel (500 msnm) y la sierra de Choique Mahuida (cerro Ojo de Agua, 297 msnm) en La Pampa.