

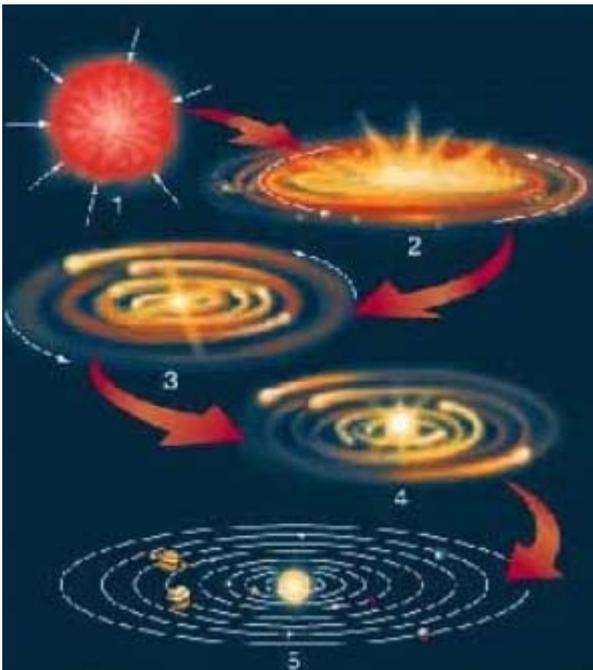
TEMA 1: LA HISTORIA DE LA TIERRA

1 *Formación de la Tierra*

.1.1 Origen de la Tierra

Origen: Teoría Nebular (Kant y Laplace, siglo XVIII). Formado hace 5×10^9 años (100.000 millones de años después del origen del Universo). Abundan elementos pesados, muy escasos en el Universo. Esto indica que el Sol es una estrella de 2ª generación, formada después de la explosión de una Supernova.

Esta nebulosa se encontraba en contracción gravitatoria, al mismo tiempo que giraba sobre sí misma. La acción conjunta de estos dos procesos hace que la nebulosa vaya tomando la forma de un disco, con una masa central que dará lugar al Sol y un anillo de materia alrededor que dará lugar a los planetas. Al continuar la contracción gravitatoria, la masa central aumenta de temperatura hasta alcanzar los quince millones de grados, momento en que comienzan las reacciones nucleares y la radiación que se crea es capaz de oponerse a la atracción gravitatoria, con lo que cesa la contracción y se forma una estrella de dimensiones constantes.



Los planetas se forman a partir del material disperso en el anillo que rodea a la masa central, por un proceso de **acreción** (adición de materia). Los granos de polvo y moléculas de gas se atraen y chocan para formar partículas mayores. El proceso continúa con partículas cada vez mayores, formándose núcleos de condensación que recogen a las partículas más pequeñas y a moléculas de gas.

Los impactos producidos por los fragmentos de rocas sobre el núcleo de condensación de los planetas hacen que la temperatura aumente hasta fundirse los materiales, y el planeta se convierte en un cuerpo de rocas fundidas. Se producen erupciones volcánicas que liberan del interior los

gases que forman la atmósfera del planeta, y al mismo tiempo se producen desplazamientos verticales de materiales (los más densos hacia el interior) que han dado lugar a la estructura en capas concéntricas que presentan los planetas.

.1.2 Estructura de la Tierra

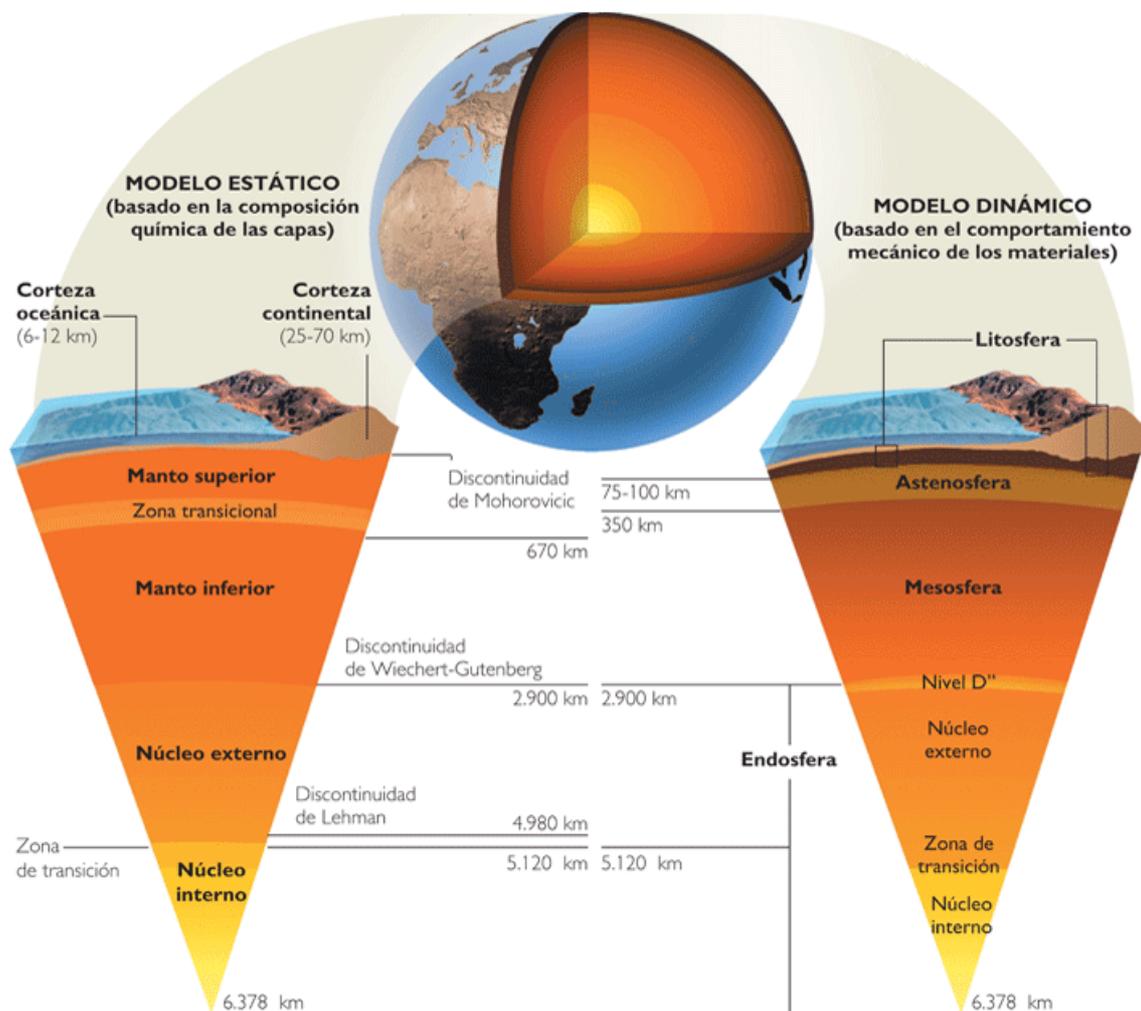
Los impactos producidos por los fragmentos de rocas sobre el núcleo de condensación de los planetas hacen que la temperatura aumente hasta fundirse los materiales, y el planeta se convierte en un cuerpo de rocas fundidas. Se producen erupciones volcánicas que liberan del interior los gases que forman la atmósfera del planeta, y al

mismo tiempo se producen desplazamientos verticales de materiales (los más densos hacia el interior) que han dado lugar a la estructura en capas concéntricas que presentan los planetas.

Los terremotos liberan repentinamente cantidades enormes de energía que se transmite en forma de ondas sísmicas. Éstas pueden ser de dos tipos:

- Las ondas superficiales, como las R (Rayleigh) y las L (Love). Estas son las principales responsables de los daños que producen los terremotos.
- Las ondas profundas, como las P (primarias) y S (secundarias). No son tan dañinas, y proporcionan datos acerca de la estructura interna de la Tierra. Las ondas P se propagan en todos los medios, mientras que las ondas S solamente se propagan en medios sólidos.

A partir de cierta distancia del hipocentro las ondas S dejan de recibirse; esto indica que hay una capa en estado fluido.



Cuando se produce un terremoto, las ondas sísmicas P y S se propagan en todas direcciones y son captadas por sismógrafos repartidos por toda la Tierra. Estudiando las velocidades de propagación de estas ondas puede saberse la estructura interna del planeta:

- 0 – 70 km: La velocidad de las ondas P y S es constante. CORTEZA. Composición como los aerolitos. A 70 km hay un cambio brusco de velocidad de propagación: Discontinuidad de Mohorovicic.

- 70 – 2900 km: Aumenta progresivamente la velocidad de las ondas P y S. MANTO. Se aprecian dos zonas, cada una con diferente velocidad de transmisión: Manto superior y manto inferior. Composición como los siderolitos. A 2900 km aparece la discontinuidad de Guttenberg.
- 2900 – 6370 km: No se propagan las ondas S. NÚCLEO. Composición como sideritos. Hay un cambio de velocidad de propagación de las ondas P a 5100 km: Discontinuidad de Lehmann-Wiechert, que separa el núcleo externo, fluido, del núcleo interno, sólido debido al aumento de presión.

Según su comportamiento dinámico se distinguen otras capas:

- Litosfera: Corresponde a la corteza y los primeros km del manto superior (hasta unos 100 Km). Es sólida y rígida.
- Astenosfera: Parte del manto. En estado plástico, en ella se producen corrientes de convección. Últimamente se ha cuestionado su existencia.
- Mesosfera: El resto del manto. Rígida.
- Endosfera: Corresponde al núcleo. El externo es líquido, el interno es sólido.

2 *El tiempo geológico*

.2.1 Historia de los procesos geológicos

James Ussher (1640)

La Cronología Ussher es una cronología del siglo XVII de la historia del mundo formulada mediante una lectura interpretativa de la biblia por James Ussher, Arzobispo anglicano del Condado de Armagh (en la actual Irlanda del Norte). Ussher dedujo que el primer día de la creación comenzó el atardecer anterior al domingo del 23 de octubre del año 4004 a. C.

Hutton (1726-1797) y Lyell (1797-1875)

Geólogos, precursores del **actualismo** o **uniformismo** (los procesos naturales que actuaron en el pasado son los mismos que actúan en el presente).

La Tierra se habría formado lentamente a lo largo de extensos períodos de tiempo y a partir de las mismas fuerzas físicas que hoy rigen los fenómenos geológicos: erosión, terremotos, volcanes, inundaciones, etc.

Rocas más antiguas: unos 4400 m.a.

Principales procesos de formación de las rocas:

- Actividad volcánica. Forma rocas ígneas.
- Erosión, transporte y sedimentación. Formas rocas sedimentarias.

.2.2 Técnicas de datación

.2.2.1 Datación relativa

Comparamos la edad de un material con la de otro. En general, a mayor profundidad, mayor edad. Podemos situar la edad de las rocas dentro de un intervalo, comparando con rocas parecidas.

.2.2.2 Datación absoluta

Mediante isótopos radiactivos presentes en las rocas. Con el paso del tiempo se transforman en otros elementos.

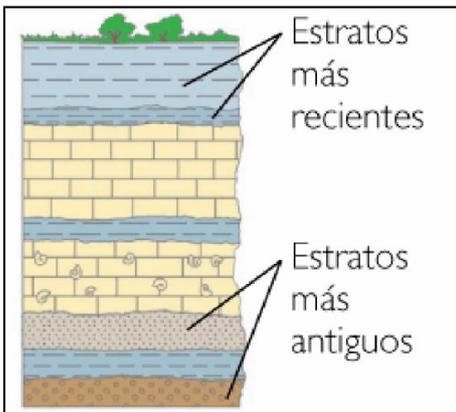
Período de semidesintegración: tiempo que tarda en reducirse a la mitad la proporción del radioisótopo.

Más utilizados:

ISÓTOPO	PERÍODO SEMIDESIINTEGRACIÓN	PERÍODO DATACIÓN
$^{14}\text{C} - ^{14}\text{N}$	5730 a.	Hasta 70.000 a.
$^{40}\text{K} - ^{40}\text{Ar}$	1310 Ma.	Más de 100.000 a.
$^{238}\text{U} - ^{206}\text{Pb}$	4468 Ma	Millones de años

Act. 4 pag 13: 3 períodos de semidesintegración, 3.930 Ma.

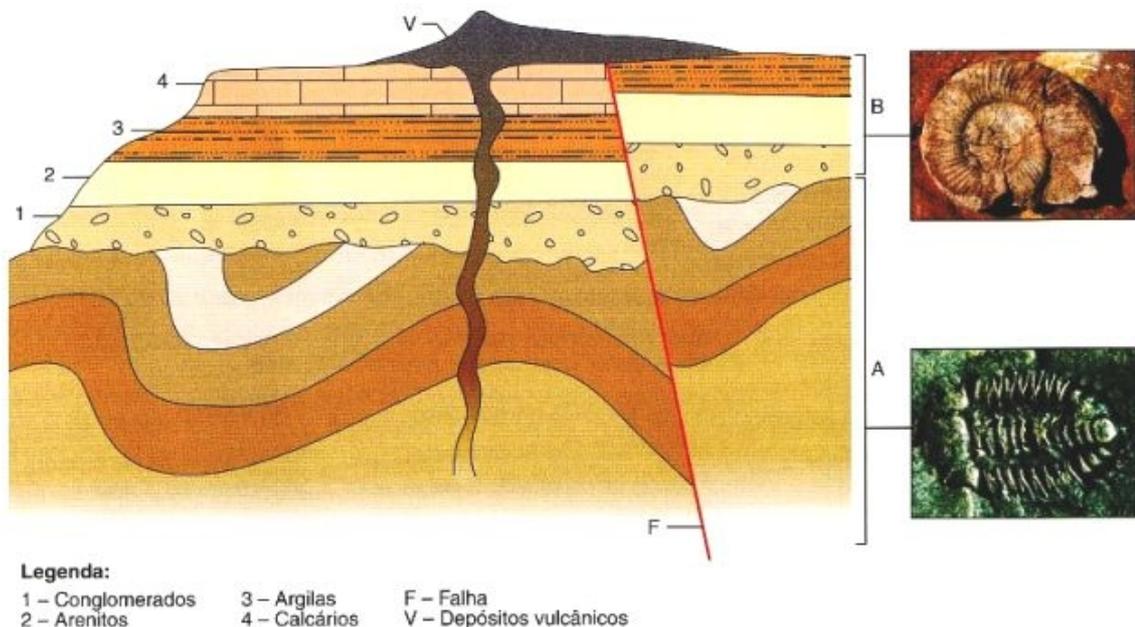
.2.3 Estratigrafía



Estrato: Capa de roca formada por acumulación de sedimentos o por depósito de materiales volcánicos.

Principios de estratigrafía:

- **Actualismo:** Los procesos geológicos del pasado son similares a los actuales.
- **Horizontalidad:** Los estratos se depositan en capas horizontales en cuencas de sedimentación (causa: gravedad).
- **Superposición:** Los estratos más modernos se depositan sobre los más antiguos.
- **Continuidad lateral:** Los estratos ocupan áreas extensas.
- **Inclusión:** Las rocas de un estrato son más antiguas que éste.
- **Relaciones cruzadas:** Un fenómeno es más reciente que las rocas a las que afecta.



.2.4 Escala del tiempo geológico

- Era Precámbrica: 4550 – 550 Ma. (8/9)
 - Período Hadeico
 - Arcaico
 - Proterozoico
- Era Paleozoica: 550 – 245 Ma. (1/15)
 - Cámbrico

- Ordovícico
- Silúrico
- Devónico
- Carbonífero
- Pérmico
- Era Mesozoica: 245 – 65 Ma. (1/22)
 - Triásico
 - Jurásico
 - Cretácico
- Era Cenozoica: 65 – 0 Ma. 1/75)
 - Terciario
 - Cuaternario

3 Historia de los continentes

.3.1 Estudio de la historia de los continentes

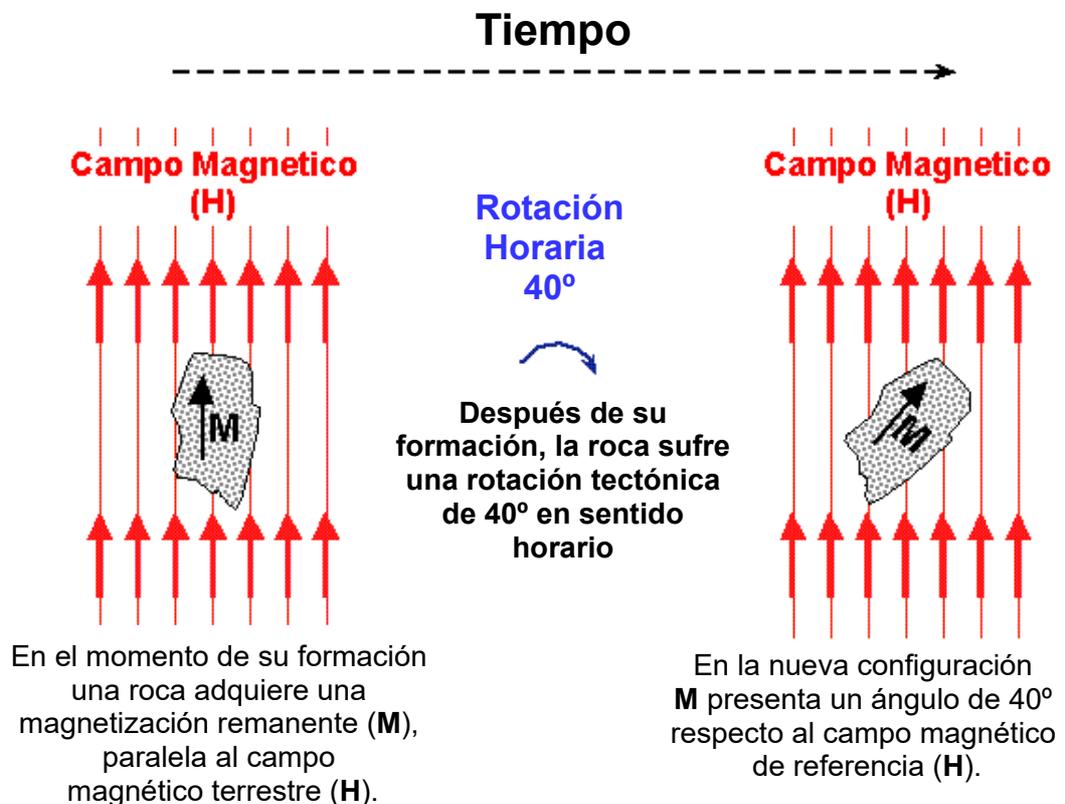
Cratones: Zonas estables de la corteza continental. Relieve suave. Muy antiguas.

Orógenos: Grandes cordilleras, actividad sísmica y volcánica. Formación más reciente. Plegamientos.

Estudio de la **posición** de los continentes:

- **Paleomagnetismo**: Indica la orientación del continente cuando se formaron las rocas que contienen minerales magnéticos.

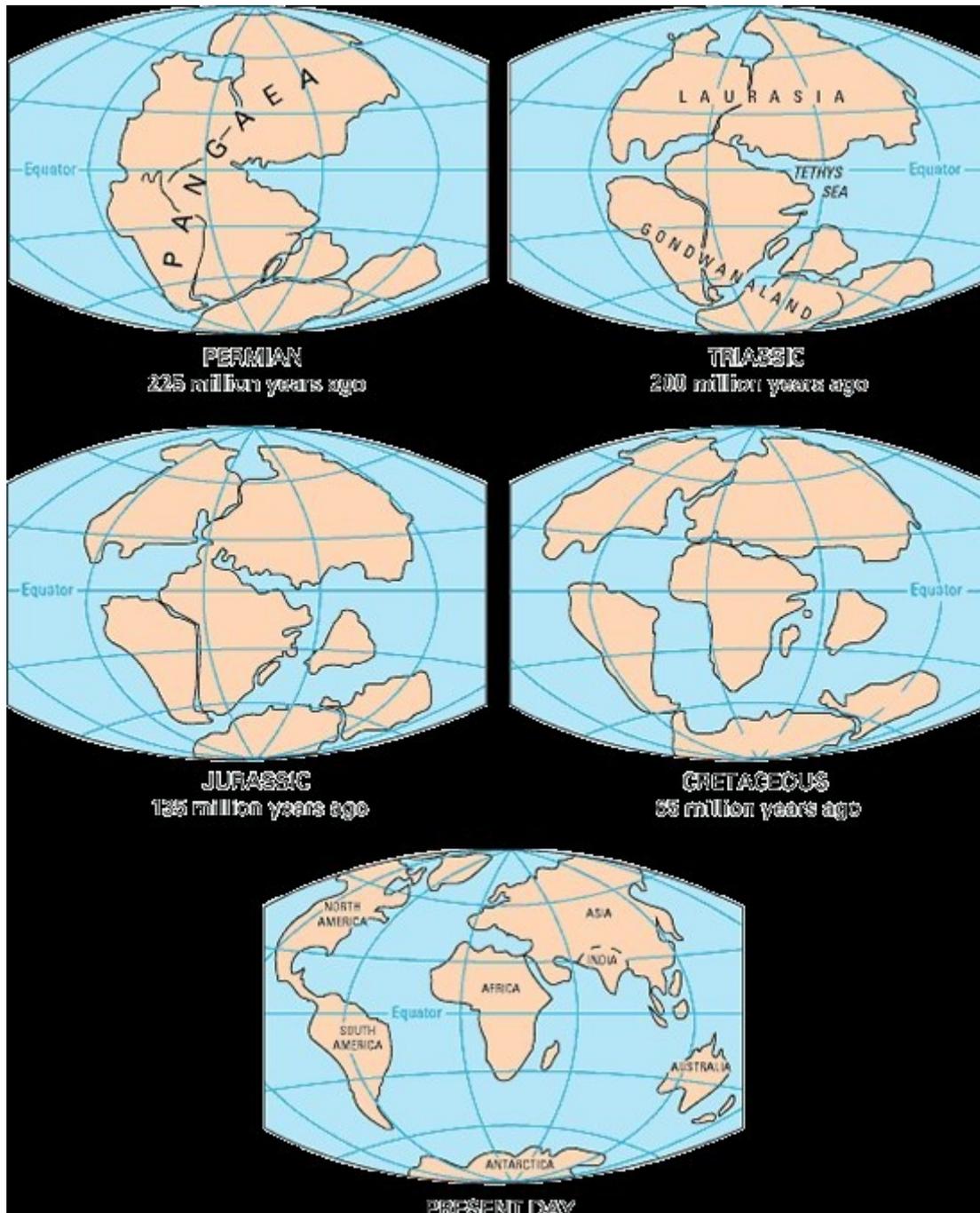
Midiendo la magnetización natural remanente en las rocas se puede determinar cuantitativamente la dirección y magnitud de la rotación de la estructura cristalina.



- **Márgenes continentales**: Algunos coinciden casi exactamente (África y Sudamérica).

- **Formaciones geológicas:** Sistemas montañosos coincidentes en dos continentes separados.
- **Fósiles idénticos** en continentes muy separados.
- **Paleoclimatología:** Climas muy diferentes de los actuales indican que los continentes se han desplazado.

.3.2 Evolución de los continentes



4 Historia de la atmósfera y el clima

.4.1 Historia de la atmósfera

- **Atmósfera primaria:** Mezcla de hidrógeno y helio, por ser los más abundantes. La pequeña masa de la Tierra no puede retenerlos.

- **Atmósfera secundaria:** Formada por gases generados por la actividad volcánica: H₂ (40%), N₂, H₂O, CH₄, NH₃, CO₂. Reductora.
- **Atmósfera transformada por la actividad biológica:** Hace 2300 Ma. Los microorganismos consumen amoníaco, metano y dióxido de carbono. Los fotosintéticos emiten oxígeno. A partir del oxígeno se forma ozono, que filtra radiación UV.

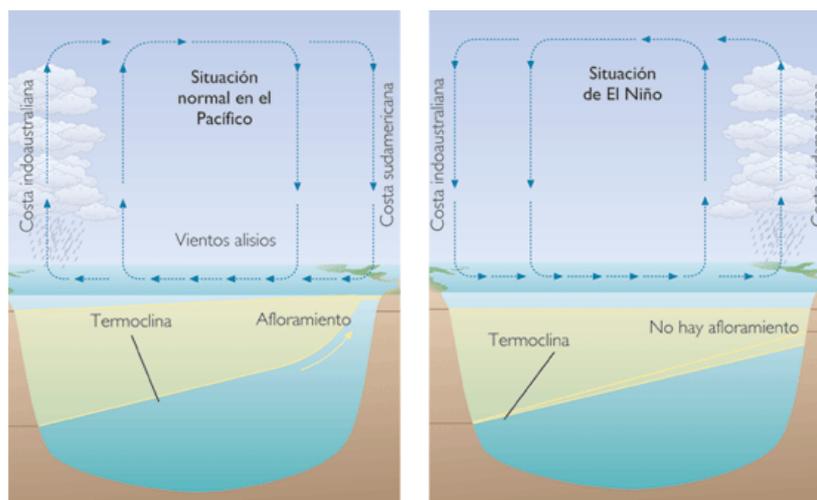
.4.2 Técnicas paleoclimáticas

- **Anillos de crecimiento de los árboles:** Anillos finos indican años secos, anillos gruesos indican clima favorable. Últimos siglos.
- **Testigos de hielo:** En el hielo polar quedan atrapadas burbujas con muestras de la atmósfera de épocas anteriores. Decenas de miles de años.
- **Sedimentos oceánicos:** Indican actividad fluvial y condiciones climáticas. Millones de años.
- **Polen fósil.** Indica ecosistema y climas de lugares concretos. Decenas de millones de años.
- **Relaciones isotópicas del oxígeno**, en algunos minerales. Está relacionado con la composición de la atmósfera y la temperatura. Permite estudiar el clima de miles de millones de años.

.4.3 Historia del clima

Depende de los siguientes mecanismos:

- **Efecto invernadero:** Algunos gases (vapor de agua, dióxido de carbono, metano) absorben calor de la radiación solar.
- **Efecto albedo:** Superficies claras reflejan radiación solar y enfrían la atmósfera (hielo, nubes), superficies oscuras absorben radiación y la calientan (agua, vegetación).
- **Variaciones de la actividad solar.**
- **Distribución de continentes y corrientes oceánicas:** Las corrientes distribuyen el calor y las precipitaciones. **El niño:** Se altera la presión atmosférica, los vientos alisios (de este a oeste) se debilitan, en el Pacífico cambian las corrientes marinas y se producen intensas lluvias en Sudamérica, mientras en el sureste asiático las lluvias disminuyen. Disminución de los nutrientes en las aguas de Sudamérica. Disminuye la pesca.



- **Ciclos de Milankovich:** Se producen debido a la inclinación y orientación del eje terrestre, y a la excentricidad y la inclinación de la órbita. Cada cierto tiempo (100.000 años) la combinación de los cuatro factores producen períodos glaciales.

Como resultado de estos mecanismos, la Tierra ha pasado por períodos cálidos y húmedos y por otros más secos o más fríos. (Hace 600 Ma, Tierra en bola de nieve).

5 Historia de la vida

.5.1 Primeros seres vivos

Estromatolitos, hace 3500 Ma. Procariotas, similares a bacterias.

2100 Ma: Primeras células eucariotas.

600 Ma: Evidencia de seres unicelulares (moldes y huellas), Fauna de Edicara.

.5.2 Diversificación de la vida acuática

Precámbrico: Microorganismos fotosintéticos liberan grandes cantidades de oxígeno, que se acumula en la atmósfera.

Cámbrico (550 Ma): Explosión cámbrica. Se diversifica la vida acuática. Expansión de los trilobites, equinodermos, moluscos y corales.

Ordovícico 505 Ma): Primeros peces: placodermos, condriictios, teleosteos (algunos podían respirar aire).

.5.3 Conquista del medio aéreo

Problemas a solucionar: Falta de sustentación, desecación y rayos UV.

Formación de la capa de Ozono.

Colonización de plantas.

Primeros artrópodos terrestres.

Devónico (400-360 Ma): colonización por insectos (voladores).

Peces pulmonados fueron precursores de los anfibios.

.5.4 Diversificación de la vida aérea

Carbonífero (360-286 Ma): Selvas de musgos y helechos arborescentes. Artrópodos gigantes y anfibios. Aparecen los primeros reptiles.

Pérmico (286-245 Ma): Más árido. Expansión de las gimnospermas (coníferas) y los reptiles. Aparecen reptiles mamíferoides. Extinción en masa.

Triásico (245-208 Ma) y Jurásico (208-114 Ma): Predominan bosques de helechos y gimnospermas. Predominan los dinosaurios. Se desarrollan los pterosaurios e ictiosaurios. Aparecen las primeras aves.

Cretácico (144-65 Ma): Evolución de las angiospermas y de los insectos. Nueva extinción en masa.

Era Cenozoica (65-0 Ma): Diversificación de los mamíferos. Aparecen ecosistemas herbáceos. Fauna similar a la actual.

.5.5 Los fósiles

Resto o signo de actividad de un ser vivo de épocas anteriores.

Proceso de fosilización:

- Enterramiento rápido en un sedimento de grano fino, en medio acuático.
- Sales minerales precipitan en el hueco que deja la materia orgánica al descomponerse.
- Condiciones estables durante mucho tiempo, hasta que el fósil aflora a la superficie.

El proceso de fosilización de un Ammonites

