

## **TEMA 3:**

### **Evolución de las ideas sobre la formación de cordilleras.**

#### **Teorías fijistas y movilistas:**

Un orógeno es una zona plegada y engrosada de la corteza.

Han existido distintos periodos orogénicos:

Caledoniano: del Paleozoico inferior y se formaron los Apalaches.

Hercínico: del Paleozoico superior y se formaron los Urales.

Alpina: de entre el Mesozoico y el Terciario y se formaron los Alpes.

Parece que es un proceso continuo que ha tenido momentos de mayor actividad.

Toda teoría tiene que cumplir:

1. Explicar cuales son las fuerzas que pliegan las rocas.
2. Sucesión de fenómenos que ocurren en la formación de las cordilleras  
(magmatismo, sedimentación)
3. Distribución actual de las cordilleras.
4. Sucesión de ciclos orogénicos durante el tiempo.

#### **Teorías Fijistas:**

Todas estas teorías sólo se basan en movimientos en la horizontal.

#### **Teoría del geosinclinal:**

Es del año 1859 y la propuso Hall.

Un geosinclinal es una zona alargada y subsidente de la corteza.

- Sedimentación de las fosas con sedimentos del antepaís y de los umbrales dando lugar a subsidencia, son sedimentos marinos, los Flis son turbiditas.

Se originan los primeros procesos metamórficos. Puede haber emisiones de

lavas (basaltos) e intrusiones de rocas.

2. Compresión (30–50 millones de años), son impulsos cortos, al comprimirse se forma un arco insular, hay una erosión importante formando unos

sedimentos llamados molasas. Hay metamorfismo regional y vulcanismo (ácido o intermedio), hay grandes cantidades de magma que se enfrián en el interior llamados batolitos. Se produce un acortamiento transversal del 50%.

- Dura varias decenas de años, cuando cesa la compresión el empuje isostático eleva los materiales ligeros que se habían hundido. El material que se eleva se erosiona y permite ver rocas del interior. Un fenómeno muy típico es la formación de fallas normales. Puede haber intrusiones de material magmático que no llegan (rocas plutónicas) y otras que si llegan (lavas). Lo que puede ocurrir es que esa cordillera quede totalmente erosionada formando un cratón o que forme parte de otra orogenia.

#### **Teoría de la contradicción:**

Es de finales del siglo XIX, se basa en pensar que la tierra al formarse estaba muy caliente y al ir enfriándose y perder volumen se fue arrugando formando las cordilleras.

#### **Teoría de las undaciones:**

Se basa en que se produce una gran masa de magma (astenolito) que provoca un abombamiento del terreno, el cual desplaza las capas superiores produciendo un deslizamiento gravitacional.

#### **Teorías Movilistas:**

Se basan en movimientos horizontales, los cuales explican los plegamientos.

#### **Teoría de la deriva de los continentes:**

Se da en el año 1910 y la propone Wegener.

Dice que el Sial se desplaza por el Sima y en el movimiento se forman unas cordilleras debido al rozamiento.

La causa del movimiento sería la rotación del planeta y la fuerza centrífuga. Los continentes se movían hacia el oeste y tendiendo al ecuador.

A la idea de Wegener se le llama efecto proa.

#### **Corrientes magnáticas de convención en el manto:**

El manto está formado por zonas de viscosidad básica y fusión parcial, las altas temperaturas provocan las corrientes de convección.

**1<sup>a</sup> fase:** coinciden las corrientes de bajada, se forma un geosinclinal donde se acumulan los sedimentos.

**2<sup>a</sup> fase:** las corrientes de convención se aceleran lo que provoca el plegamiento en la zona del geosinclinal.

**3<sup>a</sup> fase:** se frenan las corrientes lo que da lugar al reajuste isostático y se eleva la cordillera.

### **Tectónica de placas:**

Se propone en 1970 y se basa en movimientos de la litosfera sobre la astenosfera (corteza – manto superior = litosfera).

Divide las cordilleras en cuatro tipos:

- **Cordilleras perioceánicas o pericontinentales:** tipo de los Andes.

En zonas de subducción de litosfera oceánica bajo litosfera continental. Hay una zona de compresión, sobre todo de sedimentos marinos, donde la placa se hunde y se va calentando por el descenso y la fricción lo que provoca la fusión de los materiales que se introducen en esa zona. Los magmas se quedan en el interior o salen a la superficie en forma de volcanes.

Cuando frena un poco la zona de subducción

se produce una distensión lo que provoca

la elevación de la cordillera.

Son zonas de engrosamiento cortical y los

magmas son ácidos o intermedios.

- **Cordilleras bicontinentales o intercontinentales:** tipo del Himalaya.

Se producen por una colisión continental, son grandes cicatrices entre las placas.

La colisión se produce cuando llega al final el cierre de un océano. Cuando esta se produce no hay subducción porque las dos son ligeras por lo que se produce una compresión, a esto se le llama obducción (dos litosferas continentales). Se generan cordilleras y mesetas altas. Las cordilleras están formadas por sedimentos marinos, entre ellos hay series ofiolíticas que son fragmentos de litosfera oceánica que queda atrapada.

Estas series tienen básicamente rocas

Básicas. Hay una alta deformación de los

Materiales producido por un efecto

Mecánico alto. Aparecen muchos mantos

Y cabalgamientos.

El efecto térmico es bajo y no hay volcanes.

- **Arcos insulares:** tipo de Japón.

Se produce en zonas de subducción de litosfera oceánica bajo litosfera oceánica. Hay un vulcanismo muy

importante.

Tiene forma de arco apuntado hacia el océano, con el tiempo estos arcos se incorporan a los continentes.

Hay dos tipos de arcos:

- **Maduros:** se encuentran próximos al continente, tienen una edad alta, son de gran tamaño y característicamente son similares a las cordilleras perioceánicas; Japón, Indonesia
- **Inmaduros:** son más pequeños, están menos continentalizados y generalmente se dan en zonas del Pacífico.

- **Cordilleras intracontinentales:**

No están relacionadas ni con colisión ni con subducción. Se encuentran situados en el interior de las placas continentales, se generan por una distensión formándose un geosinclinal comprimiéndose levemente la zona formando una cordillera.

### **Tectónica de placas. Criterios para definir litosfera.**

### **Placas litosféricas. Tipos de movimiento y situación actual.**

#### **Causas del movimiento de las placas:**

La tectónica de placas se basa en que la litosfera se desplaza por la astenosfera por el método sísmico ya que es una zona de baja velocidad en la corteza. Está parcialmente fundida 2% – 4%. También se puede detectar mediante estudios térmicos ya que está más caliente.

Todos los límites entre placas litosféricas están definidos por zonas de actividad tectónica (movimientos sísmicos y terremotos).

Hay varios tipos de placas: placas de sólo litosfera oceánica, otras de litosfera continental–oceánica y otras de litosfera continental.

Las placas abarcan corteza y manto superior (hasta la astenosfera) con un espesor medio de 100 – 150 kilómetros. Están en continuo movimiento, los cuales pueden ser de aproximación, separación o de desplazamiento lateral. Las placas tienen bordes expansivos (dorsal), compresivos (subducción), bordes deslizantes (fallas transversales).

Todo el movimiento se basa en el teorema de Euler. Sus movimientos son de rotación, tienen dos polos de rotación (polos eulerianos).

Las causas sobre todo por corrientes de convención bajo las placas litosféricas oceánicas. Las zonas de subidas son las dorsales y las de bajada las zonas de subducción.

#### **Pruebas de la tectónica de placas:**

Las primeras pruebas de la movilidad continental son aportadas por Wegener a principios del siglo XX.

Hizo ver que algunas líneas costeras tenían la forma idónea para encajar (África–América del sur).

Estudió la forma y la flora de continentales alejados con una forma y una flora en común y con fósiles idénticos.

Dijo que todos los continentes habían estado juntos formando la Pangea.

Proponen que las placas estaban unidas y que acabaron separándose a partir del jurásico. Hacia el norte Laurasia y hacia el sur Godwana.

### Pruebas:

- **Acoplamiento geográfico de los bordes continentales:** el encajamiento se realiza a 1000 – 1500 metros de profundidad, esto demuestra que estaban unidos a finales del Paleozoico.
- **Correspondencia y continuidad entre las estructuras y alineaciones de antiguas cordilleras en continentes distantes:** estudiar plegamientos antiguos que se pueden continuar en lugares como Australia, Argentina, Sudáfrica, norte de América y Europa, sobre todo cordilleras caledonianas.
- **Similitud de depósitos y formaciones sedimentarias y metamórficas:** existen sedimentos continentales con características similares de la misma edad en zonas de Sudáfrica y Brasil. Existen kimberlitas (rocas poco comunes) que aparecen en Brasil y Sudáfrica y llevan asociados diamantes. Cuando los continentes están unidos estas rocas se continúan.
- **Distribución de los distintos tipos de climas en el pasado:** estudiando depósitos sedimentarios se puede interpretar su ambiente de formación. Las Tillitas son morrenas consolidadas (ambiente glaciar), carbón (depósitos húmedos), sales y yesos (áridos), arrecifes de coral (marino–tropical).

Durante el Carbonífero y el Pérmico se formaron Tillitas glaciares y superficies estriadas en Sudáfrica, América del sur, India y Australia, lo que hace pensar que Godwana estaría cerca del polo sur y cubierta de hielo (hay una distribución radical de las marcas del hielo).

En Laurasia, más próximos al ecuador, se formaron grandes depósitos de carbón.

- **Distribución biogeográfica actual:** en continentes alejados existen seres vivos (sobre todo continentales) emparentados entre sí y con antecesores comunes. Por ejemplo los cocodrilos que se encuentran en Australia, norte de África, América y el sur de Asia. Los marsupiales se encuentran en Australia y Sudamérica, tuvieron que competir con mamíferos placentarios y estos fueron migrando. Los Dipnoos o peces pulmonados se encuentran en Australia, Sudamérica y África.

Esta distribución hace pensar que los continentes han estado unidos.

- **Distribución biogeográfica de fauna y flora fósil:** en distintas épocas y continentes aparecen fósiles iguales.

Por ejemplo los dinosaurios a lo largo del Mesozoico con la fragmentación continental han tenido una evolución diversificada entre las placas que se separan.

Un ejemplo es el Lystrosaurus que es un reptil que aparece en estratos continentales que se ha encontrado en la India, Antártida y Sudáfrica.

El Glossopteris es una planta que se ha encontrado fosilizada en África, Sudamérica y la India, se cree es un árbol típico de clima frío por eso no está en Laurasia.

- **Estudio del paleomagnetismo:** se basa en las rocas imantadas debido al campo magnético. Al quedarse imantada la roca se queda fija con el campo magnético de ese momento y cuando la temperatura baja del punto Curie la roca queda orientada con el campo magnético de ese tiempo (son como brújulas de otra época geológica).

Según la inclinación que tenga sabremos si ha fosilizado más cerca o más lejos de que polo. Sobre todo se da en lavas pero también en rocas sedimentarias y plutónicas. Según la inclinación de la magnetización de las rocas sabremos la latitud, si está muy magnetizado estará cerca de los polos y si está poco magnetizada estará cerca del ecuador. Lo que no se puede saber es si se encuentran al este o al oeste.

La curva de migración polar: no se desplaza el polo magnético sino que sólo se desplaza el continente.

Las curvas de migración polar cuando coinciden en dos continentes significan que estos se han desplazado juntos, cuando son distintos es porque se han desplazado separados.

También se aplica a las lavas de los fondos oceánicos y que han quedado orientadas en el momento de su formación en las dorsales. Estas rocas han permitido estudiar las inversiones del campo magnético.

- **Medida real del movimiento de placas:** se han hecho mediciones mediante satélites con lasers que prueban la movilidad de las placas.

La teoría de la expansión de los fondos oceánicos ha sido clave para la tectónica de placas porque la expansión de los fondos es el motor de la tectónica. Las zonas de la dorsal se expanden lateralmente lo que provoca el movimiento, en determinadas regiones la litosfera oceánica se destruye y se regenera en zonas de subducción.

#### **Pruebas de la expansión de los fondos:**

1. **Edad de las islas de origen volcánico:** punto caliente. Normalmente son cadenas de islas, disminuyen su edad según estén más cerca de la dorsal y aumentan cuanto más lejos. Muchas de estas cadenas de islas están en el Pacífico.

- **Pruebas paleomagnéticas de la expansión del fondo oceánico:** (ver dibujo de la dorsal página anterior)
- **Edad y espesor de los sedimentos del fondo oceánico:** la cantidad de sedimentos es mayor cuanto más lejos estamos de la dorsal y los más antiguos están más cerca del continente.
- **Flujo de calor y profundidad de l fondo oceánico:** es el calor que emite la tierra (sin influir el sol). En las dorsales es muy alto porque el material de la astenosfera está en la superficie.

Los Humeros o Chimeneas son sitios donde hay emisiones de materiales a temperaturas muy altas.

5. **Observación directa del eje de las dorsales:** se observa que las rocas

son basaltos (roca volcánica básica) que el flujo de calor es muy alto, hay chimeneas que expulsan agua muy caliente y hay emisiones de lava.

**Límites de placas y su evolución; bordes constructivos, destructivos y pasivos. Fenómenos geológicos asociados y el interior de las placas:**

**Un límite constructivo es donde se forma litosfera oceánica (dorsales), se separan las placas.**

**Un límite destructivo es donde se destruye litosfera oceánica (zona de subducción), se acercan las placas.**

**Un límite pasivo es donde ni se crea ni se destruye litosfera, sólo se mueven.**

**Bordes constructivos:** las dorsales son zonas activas donde se genera litosfera oceánica. Salen basaltos de los volcanes y son lavas almohadilladas (por formarse en el agua). Las dorsales están interrumpidas por fallas transformantes.

**El material que sale es de la astenosfera (manto superior – peridotitas).**

**Una dorsal presenta un límite entre dos placas.**

**Etapas de apertura de un océano: hay cuatro tipos:**

- **De rift valley:** se forman fosas tectónicas por fracturación de litosfera continental. Se produce por tensión, que provoca que la litosfera se estire y adelgace. Este proceso se llama **rafting** y dura alrededor de 20 millones de años. Se puede producir la emisión de material volcánico y básico. Este es el estado embrionario en la formación de un océano.

**Un ejemplo es lo que ocurre en África oriental. Estas zonas están cubiertas de lagunas.**

- **Etapa de mar Rojo o estrecho:** hay un estrecho brazo marino que no está bien comunicado con el océano abierto y que en el centro aparece ya litosfera oceánica. Tiene una alta salinidad por la mala comunicación. En estas zonas ya hay vida y se produce alguna plataforma continental.
- **Etapa de océano estrecho:** un océano de anchura entre 200 y 600 kilómetros, el continente ya drena hacia este océano, la salinidad baja y es igual que la plataforma. Cada etapa dura alrededor de unos 20 millones de años.
- **Océano maduro:** ya hay un océano típico con sus características. Tiene una amplitud de centenares de kilómetros (océano Atlántico), la apertura se inicia con puntos triples en la apertura de un océano Aulacógeno que a veces sirve para la desembocadura de ríos y otras veces están llenos de sedimentos y muchas rocas evaporíticas y salinas.

**Bordes destructivos:**

**En estas zonas hay tres tipos de terremotos:**

**Superficiales: tensionales.**

**Intermedios:**

**Profundos: compresivos.**

**Todos los terremotos están sobre el plano de Benioff que es el plano de la capa que se hunde.**

**Asociados a las zonas de subducción se producen fenómenos orogénicos como cordilleras (Andes) o arcos insulares. Se caracterizan por su gran deformación y su gran vulcanismo. Es muy común encontrar sedimentos marinos plegados.**

**La zona del Pacífico es una zona de subducción muy importante.**

**Bordes pasivos:**

**Ni se crea ni se destruye litosfera, sólo hay un movimiento lateral entre las placas, estas ni se acercan ni se alejan.**

**Esto ocurre en las fallas transformantes.**

**En estos bordes pasivos hay movimientos**

**sísmicos superficiales y tienen poca salida de lava.**

**Interior de las placas:**

**Se supone que las placas litosféricas son rígidas y que no deberían sufrir actividad tectónica ni deformaciones en su interior. Esto es en general pero hay casos en los que no lo es.**

**Esta actividad se explica mediante puntos calientes o hot-spots.**

**Existen puntos calientes situados en zonas de litosfera oceánica que forman cadenas de islas (Hawaii) y continental (Yellowstone).**

1

1