

## El cicle profund de les roques explicat amb la tectònica de plaques: deformació i metamorfisme

### Un model que mostra com la tectònica de plaques pot explicar el metamorfisme i la deformació de les roques

Quan fa més de 200 anys van ser compresos per primer cop els processos del cicle de les roques, la gent que els estudiava sabia com funcionaven, però no coneixien la causa dels processos profunds.

No va ser fins fa cinquanta anys, quan es va acceptar la teoria de la tectònica de plaques, que es van poder explicar les causes d'aquests processos adequadament.

Aquesta Earthlearningidea simula com la formació de serralades, lligada al moviment de les plaques, pot causar metamorfisme i deformació a les roques.

Quan dos continents de dues plaques diferents estan separats es poden dipositar grans gruixos de sediments sobre la placa oceànica que els separa. Si es forma una zona de subducció en aquesta àrea oceànica, una de les plaques serà arrossegada cap avall (subduïda) dins el mantell i els continents s'aproparan entre ells. Quan els continents es trobin, formaran una zona de col·lisió en què:

- les enormes pressions laterals fan que les roques es deformin amb plects i falles (vegeu el model a: [https://www.earthlearningidea.com/PDF/Himalayas\\_in\\_30\\_seconds\\_final\\_071029.pdf](https://www.earthlearningidea.com/PDF/Himalayas_in_30_seconds_final_071029.pdf));
- les roques deformades s'elevan per formar cadenes de muntanyes amb arrels profundes sota d'elles;
- a mesura que les roques s'enterren profundament, la seva temperatura augmenta (segons el gradient geotèrmic): la col·lisió també augmenta la temperatura;
- sota les intenses pressions laterals i les altes temperatures, les roques originals es metamorfitzen en roques de metamorfisme regional (vegeu: [https://www.earthlearningidea.com/PDF/43\\_Metamorphism.pdf](https://www.earthlearningidea.com/PDF/43_Metamorphism.pdf));
- es poden produir alguns altres canvis com es mostra a la taula de la secció "context".

Simuleu com la convergència de les plaques que porten continents por causar deformació, enlairament de serralades i metamorfisme de la següent forma.

- Poseu un paper a un costat d'un espai buit entre dues taules amb un bloc de fusta a sobre.
- Poseu part d'un altre full de paper dins l'espai buit i deixeu la resta sobre la taula; dipositeu un altre bloc de fusta a sobre, lluny del forat.
- Poseu un tros de roba com un mocador plegat sobre els blocs de fusta.
- Els fulls representen les plaques (el paper verd en aquestes fotos).
- Els blocs de fusta representen els dos continents que s'acostaran pels moviments de les plaques.

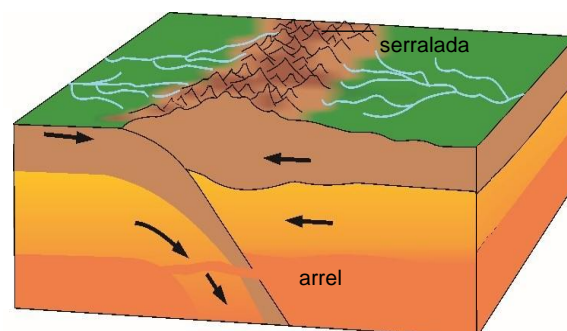
- La tela plegada representa les capes de sediments dipositades sobre l'oceà i els continents.



- Estireu cap avall el paper de l'espai buit per representar la placa que subdueix
- A mesura que estireu, els "continents" de fusta s'acostaran, deformant la tela amb plects, enlairant una "serralada" i enfonsant unes "arrels" entre els blocs.



- La zona de col·lisió causada per la convergència dels continents ha produït una "serralada" amb "arrels" com es mostra al següent esquema:



Les pressions laterals provoquen deformació en forma de falles i plects a la serralada; a la zona de l'arrel, les intenses pressions laterals i l'augment de temperatura fan que les roques es metamorfitzin en roques de metamorfisme regional (vegeu [:https://www.earthlearningidea.com/PDF/316\\_Rock\\_detective\\_rock\\_cycle.pdf](https://www.earthlearningidea.com/PDF/316_Rock_detective_rock_cycle.pdf)).

## Fitxa tècnica

**Títol:** El cicle profund de les roques explicat amb la tectònica de plaques: deformació i metamorfisme.

**Subtítol:** Un model que mostra com la tectònica de plaques pot explicar el metamorfisme i la deformació de les roques.

**Tema:** Un model senzill que mostra com la subducció de les plaques fa que els continents convergeixin, els sediments entre ells es deformin en serralades amb arrels; les roques de les arrels pateixen metamorfisme regional.

**Edat dels alumnes:** de 14 anys endavant

**Temps necessari:** 10 minuts

**Aprenentatges dels alumnes:** Els alumnes poden:

- explicar com les plaques que porten continents convergeixen a través de la subducció tectònica;
- explicar que això dona com resultat la deformació de les capes sedimentàries fins formar serralades amb arrels;
- explicar com les roques es deformen en plecs i falles a les serralades i, a les arrels, les roques pateixen metamorfisme regional

### Context:

Els processos del cicle de les roques van ser descrits per primer cop per James Hutton i els seus col·legues fa uns 230 anys – vegeu:

[http://www.earthlearningidea.com/PDF/93\\_Catalan.pdf](http://www.earthlearningidea.com/PDF/93_Catalan.pdf).

Les evidències de la tectònica de plaques van ser desenvolupades com una teoria global per J. Tuzo Wilson fa uns 50 anys – vegeu:

[http://www.earthlearningidea.com/PDF/91\\_Catalan.pdf](http://www.earthlearningidea.com/PDF/91_Catalan.pdf).

Es pot simular el cicle de les roques a l'aula amb:

[https://www.earthlearningidea.com/PDF/253\\_Rock\\_cycle\\_product\\_process.pdf](https://www.earthlearningidea.com/PDF/253_Rock_cycle_product_process.pdf). El cicle de les roques també es pot simular i discutir a l'aula.

Vegeu: <https://www.earthlearningidea.com/home/>

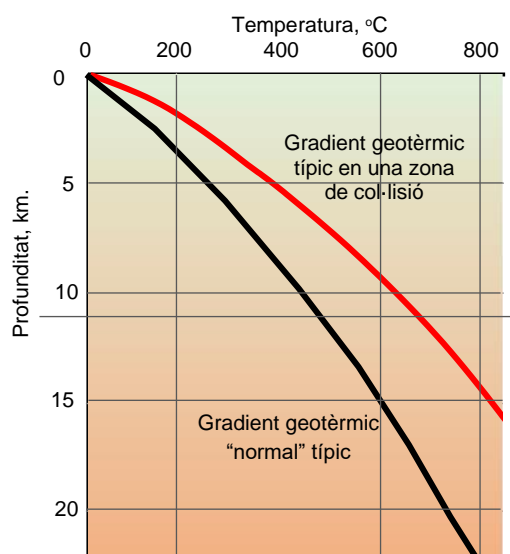
Aquesta taula, que mostra com explica la tectònica de plaques els processos interns del cicle de les roques, ha estat recollida de King, C. (2019) *Exploring geoscience across the globe*. Pub IGEO a:

<http://www.igeosci.org/teaching-resources/geoscience-text-books/> pp 82.

Processos interns del cicle de les	Explicació de la tectònica de plaques
<b>Metamorfisme</b>	Metamorfisme regional: quan es formen serralades als límits oceà-continent i continent-continent, les roques són enfonsades fins profunditats en què les temperatures i les pressions per les roques suprajacents són molt altes; l'esforç compressiu extra de la col·lisió de les plaques fa que les roques recrystal·litzin Metamorfisme tèrmic: els magmes intrusius, formats com es descriu més endavant, couen les roques que els envolten formant una arèola metamòrfica
<b>Fusió (fusió parcial)</b>	A les zones de subducció: la placa que subdueix porta aigua; l'aigua i l'increment de temperatura fan que les roques de sobre la placa es fonguin parcialment i el magma format per aquests processos, menys dens, té tendència a ascendir Als límits divergents de plaques: sota les dorsals oceàniques, el mantell esdevé prou calent per fondre's parcialment, generant els magmes rics en ferro-magnesi que formen el material nou de la placa que es va formant

[Teaching\\_strategies.html#rockcycle](https://www.earthlearningidea.com/home/Teaching_strategies.html#rockcycle). Així mateix, es poden simular els moviments i els processos de la tectònica de plaques i discutir-los a l'aula a: [https://www.earthlearningidea.com/home/Teaching\\_strategies.html#plate\\_tectonics](https://www.earthlearningidea.com/home/Teaching_strategies.html#plate_tectonics).

El resultat de la convergència de plaques continentals és una “zona de col·lisió” en la qual, les capes sedimentàries i altres roques són deformades fins formar serralades. A les arrels d'aquestes serralades, el gradient geotèrmic (causat per la descomposició radioactiva d'alguns minerals de l'escorça i el mantell juntament amb una part de la calor remanent de la Terra primitiva) augmenta pels efectes de la col·lisió (vegeu la línia vermella del següent gràfic del gradient geotèrmic).



Les intenses pressions laterals i l'augment de temperatura metamorfitzen les roques regionalment. Aquestes roques de metamorfisme regional tenen sovint cristalls alineats en la direcció perpendicular a les direccions de pressió dominants.

Noteu que la formació de serralades, amb la seva deformació i el seu metamorfisme regional també té lloc a les zones de col·lisió entre plaques oceàniques i plaques que transporten continents.

<b>Intrusió ignia</b>	A mesura que el magma ascendeix travessant l'escorça més freda, es refreda i cristal·litza en grans cambres magmàtiques com plutons o batòlits
<b>Activitat volcànica</b>	Si el magma dels límits de plaques o als punts calents arriba a la superfície, es produeix una erupció; aquestes poden variar des de relativament segures fins catastròfiques
<b>Ascens</b>	Quan es formen les serralades als límits oceà-continent o continent-continent, algunes roques són enlairades mentre que altres àrees s'enfonsen per formar les arrels de les muntanyes. Com que la serralada "flota" sobre el mantell sòlid, a mesura que les roques de sobre són erosionades, les roques de sota pugen
<b>Deformació</b>	Als límits divergents: a mesura que les plaques es separen, les roques fràgils es fracturen en falles normals, superposant-se unes amb les altres
	Als límits conservadors: a les falles transformants, una placa es mou al costat de l'altra i les roques fràgils es deformen en falles en direcció
	Als límits convergents oceà-continent o continent-continent, les enormes forces compressives fan que les roques properes a la superfície es fracturin en falles inverses i cavalcaments; a més profunditat, les roques es deformen plegant-se

### Ampliació de l'activitat:

Proveu algunes de les altres Earthlearningidees centrades en els límits convergents de plaques a: [https://www.earthlearningidea.com/home/Teaching\\_strategies.html](https://www.earthlearningidea.com/home/Teaching_strategies.html).

### Principis subjacents:

- Les plaques que transporten continents es mouen cap a altres (convergeixen) per subducció.
- A mesura que passa això, els sediments i les roques situades enmig es deformen per formar serralades i arrels.
- Les roques de les serralades es deformen per falles i plecs.
- A les arrels, les intenses pressions laterals i les altes temperatures (conseqüència de l'augment del gradient geotèrmic) causen metamorfisme regional.

### Desenvolupament d'habilitats cognitives:

Comprendre el model implica construcció de coneixement; aplicar el model als processos de la tectònica de plaques i els del cicle de les roques de deformació i metamorfisme regional, implica establir noves connexions.

### Material:

- dos fulls de paper Din A4 (potser de color blau o verd per representar les plaques oceàniques)
- dos blocs de fusta tal com es mostra a les fotos, per representar els continents
- algunes peces de roba com mocadors plegats per representar els sediments
- un espai buit estret entre taules o bancs per on poder fer subduir la "placa oceànica" estirant-la per sota

### Enllaços útils:

Vegeu l'animació a:

[https://www.youtube.com/watch?v=G2VQ6diA\\_0A](https://www.youtube.com/watch?v=G2VQ6diA_0A)

**Font:** Chris King de l'Equip d'Earthlearningidea (fotos de Chris King).

© **L'Equip d'Earthlearningidea.** L'equip d'Earthlearningidea produeix periòdicament una idea didàctica de baix cost, amb els mínims recursos, per a educadors i professors de Ciències de la Terra a nivell escolar, amb una discussió online sobre cada idea per tal de desenvolupar una xarxa de suport global. "Earthlearningidea" té un finançament mínim i es produeix majoritàriament de forma voluntària.

No s'aplica el Copyright del material d'aquesta unitat si s'usa al laboratori o a l'aula. El Copyright de materials d'altres editors els segueix pertanyent. Qualsevol organització que vulgui usar aquest material haurà de posar-se en contacte amb l'equip d'Earthlearningidea.

Ens hem esforçat a localitzar i contactar els propietaris del copyright dels materials d'aquesta activitat i obtenir el seu permís. Si us plau, poseu-vos en contacte amb nosaltres si, tanmateix, creieu que s'ha vulnerat el vostre copyright: us agraïrem qualsevol informació que ens ajudi a actualitzar els nostres registres.

Si teniu dificultats per llegir aquests documents, si us plau, poseu-vos en contacte amb l'equip d'Earthlearningidea per obtenir ajuda.

