

CONNEXi^oNS

CESIRE 12-18
La Terra per Dins

cesire



Generalitat de Catalunya
Departament d'Educació
**Direcció General d'Innovació,
Digitalització, Currículum i Llengües**

Proposta

La terra per dins

(Antiga maleta del paisatge 2)



CONNEXIONS

cesire



Generalitat de Catalunya
Departament d'Educació
**Direcció General d'Innovació,
Digitalització, Currículum i Llengües**

Què trobareu en aquesta presentació?

En les següents dispositives us proposem un seguit d'activitats de modelització a partir d'un material del Servei de préstec del Cesire.

Aquest material es correspon amb part del material que s'oferia a l'antiga *maleta per interpretar el paisatge*. S'ha fet un esforç per dividir el material en dos maletes (“*La pell de la terra*” i “*La terra per dins*”), i, a més a més, s'ha reduït el volum de la maleta per facilitar el seu transport.

A la present proposta (La Terra per Dins) hi ha activitats relacionades amb la dinàmica externa de la terra.

Hi trobareu també els enllaços a les propostes d'[Earth Learning Ideas](#) que es poden realitzar amb aquests materials.

Aquests materials de préstec que us presentem són un [model](#) i, com a tal, s'assemblen, però no són exactament igual al fenomen que es vol representar. Hem de tenir en compte aquesta limitació.





OBJECTIU

L'objectiu d'aquesta proposta és proporcionar un **material analògic** i les **orientacions** pels docents generar experiències modelitzadores i fer ciència de forma participativa i engrescadora per a construir el [model de canvi geològic](#).

A la maleta que teniu a les mans trobareu materials que us serviran per observar, explicar i interpretar diversos fenòmens relacionats amb la geodinàmica interna de la Terra.

Paper de l'adult

- Ajudar els infants a interpretar el món que els envolta a partir de les evidències que obtenen de la pròpia experiència.
- Gestionar l'aula de manera que fomenti fer, pensar, comunicar i sentir en cadascuna de les accions que es viuen a l'aula.
- No donar respostes a les preguntes dels infants sinó acompanyar-los en la recerca a les qüestions que vagin sorgint. Recordeu que el coneixement evoluciona constantment i que no hi ha respostes finals que puguin ser donades per altres. Els avenços en el coneixement científic no es fan amb algú al final que sap la resposta (això només passa a l'escola) sinó que es busca la millor explicació per a les experiències existents fins al moment.

ACTIVITAT CIENTÍFICA ESCOLAR



L'activitat científica a l'escola es dona en relació a un **context** o fet més que hauria d'esdevenir un repte o problema que sempre ha de ser estimulant per a qui aprèn, i que porta a plantejar una pregunta.

Per a que l'alumnat hi doni resposta els caldrà:

PENSAR: en base a models teòrics i aplicant estratègies de raonament cada vegada més complexes.

FER (O EXPERIMENTAR): A partir d'aplicar metodologies pròpies del treball científic que possibilitin identificar proves que validin o no les prediccions i hipòtesis.

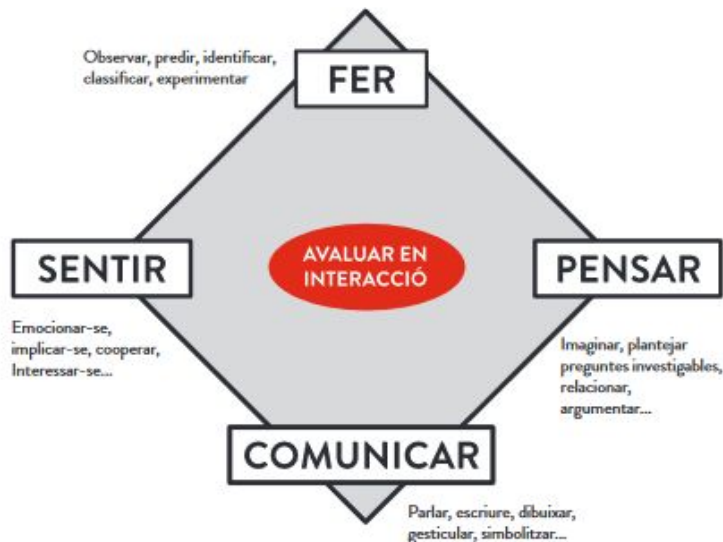
COMUNICAR: Fent servir diferents llenguatges i modes comunicatius per expressar idees i processos, debatre'ls i consensuar-los.

SENTIR O SER: Posant en joc els propis sentiments, emocions i valors, així com les capacitats que possibiliten tant el treball autònom com amb els altres.

GESTIÓ D'AULA



Perquè puguem parlar de construcció de coneixement, s'han de donar simultàniament, en cadascun d'aquests passos, aquestes accions: FER, PENSAR, COMUNICAR i SENTIR.



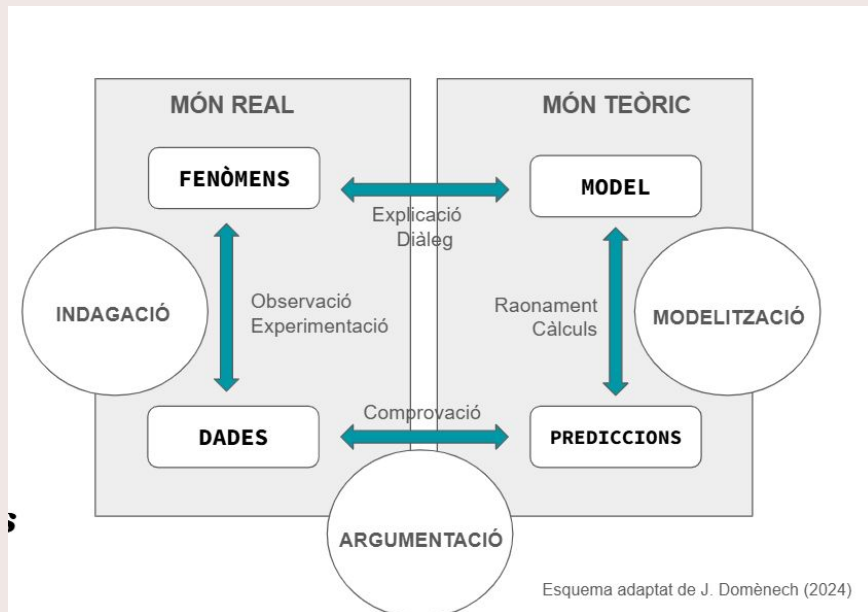
ELS MODELS TEÒRICS



Un model teòric és una representació mental abstracta expressada per mitjà d'enunciats verbals, maquetes a escala física, dibuixos, fórmules matemàtiques, analogies o d'altres modes comunicatius.

La connexió amb els fets del món real és més o menys ajustada. Cada representació proporciona una perspectiva d'aquests fets i, per tant, en qualsevol cas sempre és parcial i una mica imprecisa. No obstant això, de vegades, les persones poden consensuar quins són els models que millor s'ajusten als fets, quan es miren i s'expliquen des d'una determinada perspectiva.

Aquests models **permeten explicar** un conjunt de fenòmens diversos, **fer prediccions** i **es poden revisar** a mesura que s'obtenen més evidències o s'analitzen les ja conegudes des d'altres punts de vista.



METODOLOGIA

Aquestes propostes poden formar part d'un projecte, o ser una activitat dins un espai d'aprenentatge. Es pot utilitzar una o varies de les propostes que s'inclouen en aquesta maleta, ja que poden funcionar de forma independent. Hi ha prou material per a fer cinc grups simultanis en moltes de les propostes, També podeu fer servir altres metodologies que normalment utilitzeu a classe, però el que s'ha d'assegurar és que es dona l'espiral del cicle de la modelització.



A. MALETA LA PELL DE LA TERRA

Aquesta maleta forma part de les antigues maletes per [interpretar el paisatge](#).

S'ha dividit la proposta en dues parts (la present relacionada amb la dinàmica externa de la terra), i a reduir el volum dels materials per encabir tot plegat en una maleta molt més transportable.

Amb el material de la maleta es poden realitzar diverses pràctiques experimentals modelitzadores, de durada curta o moderada.

Podeu aprofitar aquestes pràctiques experimentals per indagar (fer preguntes investigables i extreure'n conclusions).





B. PRESENTACIÓ DELS MATERIALS

Dins la maleta trobareu prou material per a realitzar les activitats proposades, en molts dels casos hi ha material suficient per a dividir el grup classe en cinc grups.

Maleta " La Terra per Dins"

Safata de plàstic gran, 2 femelles grans, peça rectangular de fusta Sorra?

7 pilotes petites d'escuma espagueti

"goma de cotxe", dinamòmetre, 1 full de paper de vidre

Magnaprobe, bola de 10cm de plastilina amb imant/s imants de neodimi

Magnaprobe, bola de 10cm de plastilina amb imant/s imants de neodimi

5 Slinkies

Recipient gran de plàstic, globus

Brúixola?

imant plaques de petri, cera i biruta de ferro

Cera i sorra

Activitats

El material està pensat per a poder fer fins a 18 activitats diferents que trobareu a continuació en format pdf.

Moltes de les propostes estan pensades per poder-les fer en 5 grups, per provocar la conversa que facilitarà la construcció del coneixement.



ACTIVITATS [\(Earth Learning Ideas\)](#)



[ELI translations](#) | [ELI home](#)

Index

Les activitats d'Earthlearningidea estan agrupades en les vuit categories que es detallen en la següent taula. Les activitats ELI+ requereixen algun equipament bàsic de laboratori escolar o inclouen algun concepte abstracte.
[La Terra com a sistema](#) | [L'energia de la Terra](#) | [La Terra en l'Espai](#) | [Els materials de la Terra](#)
[L'evolució de la vida](#) | [El temps geològic](#) | [Investigant el planeta](#) | [Riscos naturals](#) | [Recursos i medi ambient](#)

La Terra com a sistema

- | | |
|--|--|
| Canvis d'estat - les transformacions de l'aigua (ELI per a joves estudiants) | "Etiqueta" un àtom de carboni i explora el cicle del carboni |
| El carboni gira i gira i gira | Fes el teu propi aqüífer - 1 amb esponges |
| El cicle de l'aigua al món | Flux en alçada, flux profund?: l'atmosfera i l'oceà en una peixera |
| El cicle de l'aigua en miniatura | Video |
| El cicle de l'aigua i la calor al laboratori - i al planeta (ELI+) | Hi ha efecte hivernacle avui a fora? |
| El cicle de les roques ala punta dels vostres dits | L'atmosfera i l'oceà en una carmanyola |
| El cicle de les roques en cera | La pressió de l'aigua subterrània (ELI+) |
| El cicle de les roques des de la finestra | Simulant punts d'inflexió - a mà |
| El món aquós de la química del subsòl | Sorra a l'ampit |
| "Etiqueta" Àtoms de nitrogen - per explorar el cicle del nitrogen | Sota pressió (ELI+) |



[EGU home](#) | [General Assembly 2026](#) | [Divisions](#)

ABOUT • MEETINGS • PUBLICATIONS • AWARDS • NEWS, OUTREACH, POLICY & EDUCATION • ECS • JOBS • LOGIN

EGU NEWS

Attend EGU26 with no registration fee by participating in our Accessibility and Inclusivity Advisory Group

In order to identify inflexibilities in the EGU General Assembly, EGU are offering 10 on-site registration fee waivers and 5 virtual registration fee waivers to individuals who experience one of a diverse range of barriers to conference participation, be that due to disability or chronic illness, caring responsibilities, or who have specific religious or gender-identity requirements etc. Submit your application by 23 January 2026.

[Read more](#)

Totes les activitats proposades en aquesta maleta formen part de les propostes de Earth learning ideas de la [European Geosciences Union \(EGU\)](#) relacionades amb processos geològics interns (PGI) terratrèmols (TER), Tectònica (TEC), Interior de la terra (INT), Volcans (VOL), Plaques (PLQ), Riscos naturals (RIS).

[1. Agitació sísmica. S'esfondrarà casa meva?](#)

[2. Metamorfisme.](#)

[3. Tsunami](#)

[4. Predicció de terratrèmols](#)

[5. Terra magnètica](#)

[6. Ones a la terra 1 \(Slinky\)](#)

[7. Ones a la terra 2 \(Molècules humanes\)](#)

[8. El Krakatoa en un globus](#)

[9. Viatge al centre de La Terra](#)

[10. Perquè la brúixola no funcionarà ... Camp magnètic](#)

[11. Magnetisme congelat](#)

[12. Imants humans. Simulant camps magnètics amb l'alumnat](#)

[13. Un terratrèmol a l'aula](#)

[14. Terratrèmol d'espaguetis](#)

[15. Ones P, S i superficials](#)

[16. Què mou les plaques](#)

[17. Un volcà al laboratori](#)

1. AGITACIÓ SÍSMICA, S'ESFONDRARÀ CASA MEVA?

Enllaç



La safata d'agitació en acció

Earthlearningidea – <http://www.earthlearningidea.com/>

Agitació sísmica – s'esfondrarà casa meva?

Quan té lloc un terratrèmol – investigueu per què alguns edificis sobreviuen i altres no

Prepareu la demostració sense que la classe ho vegi. Situeu una peça plana de fusta en un extrem de la safata i, tot seguit, ompliu-la uniformement de sorra, de manera que la fusta quedi amagada. Xopeu la sorra amb aigua i enretireu l'excés d'aigua. Col·loqueu suauament dos objectes pesants, d'igual massa i forma, que representaran els edificis, a cada extrem de la safata.

Expliqueu que quan té lloc un terratrèmol, el terra és agitat violentament. El model representa dos edificis reposant sobre un terra de sorra mullada. Demaneu als alumnes que diguin què pensen que passarà quan la safata s'agiti horitzontalment. Llavors, agiteu la safata sobre una taula repetidament.

Després d'uns quants moviments, es pot veure com al sorra es liqua i l'aigua surt a la superfície. Un dels "edificis" o es tomba o s'enfonsa dins la sorra, mentre que l'altre es manté dret i no

s'enfonsa. Demaneu als alumnes que expliquin per què pensen que passa això.

Normalment proporcionen moltes idees pel que han vist, però rarament pensen que el professor ha fet alguna cosa sola mà com amagar un objecte sòlid sota la sorra! L'agitació redueix la capacitat de càrrega de la sorra ja que l'aigua fa que els grans se separin de manera que l'"edifici", sense un suport sòlid per sota, es tomba o s'enfonsa. Això és el que va passar quan Ciutat de Mèxic, que ha estat construïda sobre l'antic llit d'un llac, va ser colpejada per un terratrèmol i molts edificis amb fonaments dèbils es van esfondrar. Un terratrèmol de la mateixa magnitud produirà molts menys danys a un edifici construït sobre roca.



La safata d'agitació en acció



Efectes d'un terratrèmol en edificis sobre un sòl tou

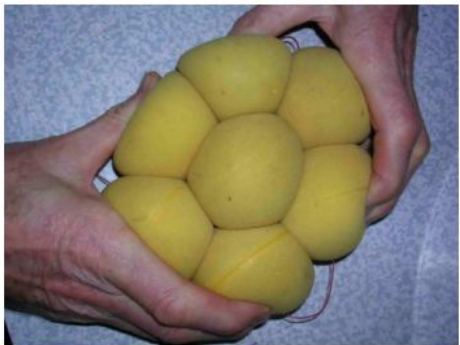
La Earthquake Engineering Research Center Library, de la University of California a Berkeley, creadora d'aquest treball el cedeix al domini públic. Això és d'aplicació a tot el món. Els col·lecció d'obra d'ús d'aquest treball a tota estada amb qualsevol finalitat, sense condicions, a no ser que aquestes condicions siguin requerides per la llei.

2. METAMORFISME

Enllaç



Boles
d'escuma
abans i
després de la
compressió



Metamorfisme – això en grec vol dir canvi de forma, oi?

Quins canvis podem esperar quan les roques són sotmeses a altes pressions dins la Terra?

Resulta difícil per als científics "fer" roques metamòrfiques, fins i tot en grans laboratoris, perquè calen temperatures i pressions molt altes. Però podem mostrar com la pressió canvia les roques i les minerals d'aquestes maneres:

a) **a les roques fetes de minerals laminars.**
Preneu uns vint mistos usats, o alguna cosa similar, per representar els minerals laminars d'una roca com la pissarra. Deixeu-los caure de qualsevol manera sobre la taula. Agafeu dos regles (o qualsevol llistó de fusta) i pregunteu als alumnes què passarà quan els acostem lentament, "comprimint" els mistos. (Els mistos tendiran a alinear-se en paral·lel als regles). Això mostra la forma com els minerals laminars s'alineen a mesura que recristal·litzen sota pressions dirigides fins formar pissarres. Useu un altre regle per separar pel mig els mistos per simular com una pissarra pot ser trencada en lloses (esquistositat).

b) **a les roques de gra més gruixut formades per un sol mineral, com el gres o la calcària.**
Preneu vares objectes esfèrics tous i seuu-los sobre una taula de manera que es toquin entre si. Això simula els grans de sorra d'un gres o els grans de calcita en una calcària. Ara pregunteu als alumnes què passarà quan es comprimeixin les boles, fins que no quedi espai entre elles. (Adoptaran formes més o menys hexagonals, representant la textura d'una quarzita (a partir del gres) o un marbre (a partir de calcària), en que els minerals originals han recristal·litzat en profunditat a gran pressió).



Boles
d'escuma
abans i
després de la
compressió

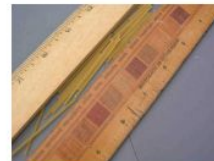


Un artesà de Gal·les
"separant" pissarres per
a teulades (com si
separés mistos alineats
amb un regle)

(J.W. Greaves & Sons,
Blaenau Ffestiniog)



Espaguetis
abans i
després de ser
comprimits



Una tomba de marbre, de
1880, Punta Arenas, Xile
(feta de "grans comprimits"
de calcita sense espais
entre ells)

(Totes les fotos de P.
Kienast, excepte quan
s'indica)

3. TSUNAMI

Enllaç



Cronometrant el flux d'un tsunami en un recipient de plàstic
(Foto: P. Kennett)

Tsunami

Què controla la velocitat d'una ona de tsunami?

Recordeu als alumnes el desastre del tsunami del 26 de desembre de 2004 a l'Oceà Índic. Potser alguns alumnes han experimentat un tsunami, o poden tenir parents que n'hagin experimentat. Demaneu als alumnes que diguin quines coses poden afectar la velocitat a què viatja un tsunami. (El factor principal és la profunditat de l'aigua a través de la qual viatja l'onada). Disposeu un dipòsit llarg fet d'un material resistent i preferentment transparent, (el de la imatge d'1m de llarg funciona, tot i que potser és poc profund).

Afegiu-hi, per exemple, 10 mm d'aigua i acoloriu-la amb colorant alimentari o tinta. Eleveu un extrem del recipient uns 50mm sobre un bloc i espereu que l'aigua es reposi. Ara, enretireu ràpidament el bloc i deixeu caure el recipient sobre la taula. Compteu el temps que triga l'ona en arribar a l'altre extrem del tanc. Tot i que el recipient pot no ser molt llarg, es pot obtenir un resultat força precís mesurant 5 reflexions de la ona i dividint el temps per 5. Caldria fer diverses sèries de mesures i calcular la mitjana.

Pregunteu als alumnes si creuen que l'ona viatjarà més ràpida o més lentament si l'aigua és més profunda. (Va més ràpida).

Duplicateu la profunditat de l'aigua (és a dir, 20mm) i repetiu l'activitat com abans. Mostreu els efectes d'una "platja" simulant-ne una amb argila en un extrem del tanc. Demaneu als alumnes que observin com l'ona ràpidament s'empassa la "platja", però colpeja sense causar pràcticament dany a la paret vertical de l'altra banda del tanc. (No seria tan inofensiva a la vida real, tanmateix!)



Cronometrant el flux d'un tsunami en un recipient de plàstic
(Foto: P. Kennett)



L'impacte d'un tsunami – el tsunami de 2004 colpeja la costa de Tailàndia a Ao Nang. Foto de David Rydevi: skyk2020@gmail.com Imatge donada al domini públic a nivell mundial pel seu creador, David Rydevi.

Fitxa tècnica

Títol: Tsunami

Subtítol: Què controla la velocitat de l'ona d'un tsunami?

Tema: S'investiga la relació entre la profunditat de l'aigua d'un contenidor i la velocitat de l'ona d'aigua generada en enlairar i deixar un dels extrems del tanc.

Edat dels alumnes: 10 – 18 anys

Temps necessari: 20 minuts

Aprenentatges dels alumnes: Els alumnes poden:

- descriure com es transmeten les ones en l'aigua;
- explicar que les ones viatgen més ràpidament en aigües profundes que en aigües sòries;
- comprendre el paper que hi juga el fregament en l'alentiment de l'ona;

- explicar els perills de trobar-se en una platja quan arriba un tsunami.

Context: El tema proporciona un enllaç gràfic entre la teoria cinètica de les ones i un fenomen natural potencialment letal. Es pot fer servir tant en lliçons de ciències com de geografia.

Ampliació de l'activitat:

- Els alumnes podrien calcular la velocitat de l'ona per a diverses profunditats de l'aigua i dibuixar un gràfic de velocitat versus alçada de l'aigua. (És una relació no lineal).
- Els alumnes poden simular diferents configuracions costaneres en argila per investigar-hi l'impacte d'un tsunami.
- Feu una cerca a Internet per trobar vídeos i imatges del tsunami del 26 de desembre de 2004. També s'hi poden cercar altres simulacions de tsunamis; així mateix, es poden investigar les propostes de sistemes d'alarma de tsunamis.

4. PREDICCIÓ DE TERRATRÈMOLS

Enllaç



El "terratrèmol" del maó en acció – a) una alumna escuida que el maó frontal no es mogui

Earthlearningidea - <http://www.earthlearningidea.com/>

Predicció de terratrèmols – quan colpejarà el terratrèmol?

Una simulació de l'acumulació d'estrès i el seu alliberament sobtat que causa els terratrèmols

Demaneu als alumnes de què pensen que poden morir moltes persones quan té lloc un terratrèmol. (Les respostes poden incloure la caiguda d'enderrocs i vidres, col·lapse d'autopistes, esllavissades, focs associats etc., però també haurien d'incloure la dificultat de saber exactament quan i on tindrà lloc un terratrèmol. Si poguéssim preveure quan es produiran els terratrèmols, podríem evacuar la població fins que hagués passat el perill).

La majoria de terratrèmols són causats per moviments sobtats al llarg de fractures a les roques, anomenades falles.

Expliqueu que simularem com les forces que actuen a la Terra poden acumular estressos, que s'alliberen quan les roques es trenquen (fractura). Disposeu tres o quatre maons, o objectes pesants similars, com es veu a la fotografia. Ligueu una corda elàstica o una molla al maó del mig amb una corda o un fil ferro. Estireu de manera continuada fins que els maons de sobre es desplacen sobtadament sobre els de baix. Això representa el punt en el qual les roques del subòl es trenquen i es desplacen, provocant un terratrèmol en superfície. (Potser caldrà fixar el maó del front a la taula per evitar el seu desplaçament).

Repetiu l'activitat diverses vegades, intentant incrementar la tensió de la molla al mateix ritme que abans. Cada cop, demaneu als alumnes que observin quan triga a produir-se el moviment i quant es mouen els maons. (Els resultats rarament són constants, demostrant que hi ha una considerable variació tant en el temps com en la quantitat de desplaçament al llarg dels de les falles reals de la Terra: això implica una gran impredecibilitat).

Es pot ampliar l'activitat variant la fricció entre els maons. Això es pot fer afegint més maons, escampant sorra entre ells, o fins i tot intentant lubricar la superfície entre ells.

(Advertiu els alumnes que tinguin cura amb els maons que poden caure).

Un plat pla amb aigua situat prop dels maons pot mostrar un tremolor d'ones sobre la superfície quan els maons es desplacen. Això és una analogia de les destructores ones de superfície produïdes quan té lloc un terratrèmol.



El "terratrèmol" del maó en acció – a) una alumna escuida que el maó frontal no es mogui



El "terratrèmol" del maó en acció – b) Ús d'un dinamòmetre per quantificar les forces implicades. S'evita l'esllavissament del maó frontal amb una llista, fixada a la taula per un sergent. (Fotos: P. Kennett)

Fitxa tècnica

Títol: Predicció de terratrèmols – quan colpejarà el terratrèmol?

Subtítol: Una simulació de l'acumulació d'estrès i el seu alliberament sobtat que causa els terratrèmols

Tema: Es fa servir una pila de maons per mostrar l'acumulació d'estrès abans que tingui lloc la "fractura fràgil". Es repeteix la demostració per mostrar la variabilitat tant del temps com de l'estrès necessari per produir la fractura.

Edats dels alumnes: 10-18 anys

Temps necessari: 10 minuts

Aprendentatges dels alumnes: Els alumnes poden:

- mesurar el desplaçament entre els maons de la taula;
- mesurar l'interval de temps entre l'aplicació inicial de la força i el moviment dels maons;
- descriure com un augment continuat de l'estrès pot provocar un moviment sobtat d'objectes pesants;
- explicar per què el temps i l'escala d'un terratrèmol és tan difícil de predir;

5. TERRA MAGNÈTICA

Enllaç



Un Magnaprobe™ suspès sobre el pol nord d'una barra magnètica amagada dins una esfera de Plastilina™.
(Foto: Peter Kennett)

Terra magnètica Un model del camp magnètic terrestre

Feu servir una brúixola per mostrar als alumnes que la Terra té un camp magnètic que fa que l'agulla magnetitzada de la brúixola s'alinei nord-sud. Feu servir el Magnaprobe™ (o una agulla de cosir prèviament magnetitzada) per mostrar que el camp magnètic terrestre és tridimensional. El petit imant del Magnaprobe™ (disponible a Gran Bretanya) s'estabilitzarà a un angle de més de 60° respecte de l'horitzontal.

Mostreu als alumnes la gran esfera de Plastilina™ que representa la Terra. Demaneu a un alumne que mogui el Magnaprobe™ al voltant de l'esfera i que provi de trobar els dos pols magnètics. Donat que els pols oposats s'atreuen, pot dir l'alumne quin és el pol nord i quin el pol sud?

Utilitzant el Magnaprobe™, localitzeu i marqueu l'equador magnètic (és a dir, la línia sobre la qual l'agulla imantada es manté paral·lela a la superfície de l'esfera).

Moueu el Magnaprobe™ de pol a pol al llarg d'un meridià i marqueu l'angle d'inclinació de la petita barra magnètica en varis punts del recorregut amb l'ajut de llumins usats.

Expliqueu que aquests angles poden restar "congelats" en roques ignies antigues, especialment les lavas. Aquest paleomagnetisme es pot mesurar per posar de manifest la latitud a la qual es van formar aquestes roques. Això proporciona una evidència vital per al moviment dels continents i de les plaques tectòniques al llarg del temps.



Un Magnaprobe™ suspès sobre el pol nord d'una barra magnètica amagada dins una esfera de Plastilina™.
(Foto: Peter Kennett)

Fitxa tècnica:

Títol: Terra magnètica

Subtítol: Un model del camp magnètic terrestre

Tema: Es localitza el camp magnètic i les seves línies de força d'un imant amagat dins una esfera de Plastilina™. Això constitueix una analogia del camp magnètic terrestre.

Edat dels alumnes: 14 – 18 anys

Temps necessari: 10 minuts

Aprenentatges dels alumnes: Els alumnes poden:

- localitzar els pols nord i sud d'un imant amagat;
- identificar quin és el pol nord i quin el pol sud;
- traçar el camp magnètic del camp en tres dimensions;
- relacionar el model amb el camp magnètic bipolar de la Terra;
- descriure com, quan les roques conserven la direcció del camp magnètic del moment en què es van formar, aquesta informació es pot utilitzar per esbrinar la latitud d'aquella regió en aquell moment.

Context: Aquesta activitat pot servir com a pròleg de l'estudi del camp magnètic terrestre, tot i que

en el model la font del magnetisme és molt diferent de la real. Pot ajudar a que els alumnes entenguin les evidències paleomagnetiques del moviment dels continents i l'expansió dels fons oceànics (quan el paleomagnetisme es conserva en les roques), i, per tant, d'una part important de la teoria de la tectònica de plaques.

Ampliació de l'activitat:

- Busqueu a Internet un mapa del camp magnètic terrestre per mostrar que és més complex que un camp dipolar senzill.
- Feu servir mapes que mostrin com varia el valor del camp magnètic terrestre per mostrar que ha de ser produït per alguna cosa que es mou dins la Terra i NO per un imant situat a l'interior de la Terra!

Principis subjacents:

- En magnetisme, els pols del "mateix signe" es repel·leixen (p.e. sud i sud) i els "oposats", s'atreuen (p.e. nord i sud).
- Si el pol nord del Magnaprobe™ apunta verticalment sobre un punt de l'esfera, aquest serà el pol sud.
- La Terra té un camp magnètic que és essencialment bipolar.
- El camp magnètic terrestre és produït probablement per moviments dins la càpa

6. ONES A LA TERRA 1. SLINKY

Enllaç



Simulació d'ones P i S amb un "slinky" de juguina.

Ones a la Terra 1 – la simulació de l'"slinky"

Usant un "slinky" llarg per esbrinar com viatgen les ones sísmiques a través de la Terra

Simuleu com viatgen les ones sísmiques a través de la Terra de la següent manera:

- Expliqueu que quan es produeix un terratrèmol, les roques es trenquen sobtadament i l'energia alliberada pot viatjar tant al voltant de la Terra com a través d'ella. Podem simular les formes en què viatja a través de la Terra utilitzant una molla "slinky".
- Estireu l'"slinky" sobre la taula (o a l'aire) i demaneu que un alumne aguantant l'altre extrem.
- Preneu a la vostra mà unes quantes voltes de l'"slinky" i allibereu-les de cop. Això produeix un moviment de "push-pull" a les espirals de la molla i es pot veure com una onada viatja al llarg d'ella fins que l'alumne de l'altre extrem la pot sentir arribar. (L'ona també es reflectirà endavant i enrere diverses vegades). Es tracta d'una *ona longitudinal*, anomenada pels geòlegs **ona P**, perquè arriba abans que qualsevol altre tipus d'ona i és per tant l'ona Primària. També es pot previsualitzar com una ona push-pull, o de compressió.
- Ara moveu lateralment de forma brusca la molla. Això produeix una ona transversal, la qual arribarà a l'altre extrem i es reflectirà endavant i enrere com en el cas anterior. Aquestes ones són sempre més lentes que les P i es coneixen com **ones S** o Secundàries, ja que són les segones en arribar (també s'anomenen transversals o de cisalla).
- Expliqueu que tots els terratrèmols generen tant ones P com S. Tanmateix, les ones que causen més danys a les persones i les propietats són les ones de **superfície**, les quals es transmeten per la superfície terrestre de manera similar a com ho fa una onada d'aigua al superfície del mar. (No és possible

simular el moviment de les ones superficials terrestres fent servir un "slinky").



Simulació d'ones P i S amb un "slinky" de juguina.

Fitxa tècnica

Títol: Ones a la Terra 1 – la simulació de l'"slinky"

Subtítol: Usant un "slinky" llarg per esbrinar com viatgen les ones sísmiques a través de la Terra

Tema: Una simulació amb un "slinky". És ben coneguda la seva aplicació per explicar la física del moviment de les ones, però aquí s'aplica a la transmissió de les ones sísmiques a través de la Terra.

Edats dels alumnes: 14-18 anys

Temps necessari: 10 minuts

Aprenentatges dels alumnes: Els alumnes poden:

- Explicar com es transmet l'energia a través d'una molla;

- Notar que les parts de la molla es mouen endavant i enrere, o lateralment, però que la seva posició final és la mateixa que la inicial;
- Usar les seves observacions per comprendre com es pot transmetre l'energia a través de la Terra.

Context:

Aquesta activitat es pot fer servir per millorar l'ensenyament de física a l'aplicar-la al que passa a l'interior de la Terra.

Ampliació de l'activitat:

Si teniu diverses molles "slinky", es poden disposar de costat per demostrar la velocitat més gran de propagació de les ones P comparades amb les ones S, tal com es veu a la foto de sota.

7. ONES A LA TERRA 2. MOLÈCULES HUMANES

Enllaç



Les “Molècules humanes” agafades per sorpresa tal com es transmet una ona P a través d'un “fluid”
(Foto cortesia de la Earth Science Education Unit, Keele University)

Ones a la Terra 2 – Molècules humanes Empenyeu els alumnes per demostrar les propietats de les ones sísmiques!

Les ones P i S produïdes pels terratrèmols es transmeten de diferent forma en sòlids i fluids. Això es pot demostrar visualment utilitzant “molècules humanes”.

Demaneu a quatre o cinc alumnes que formin una fila, amb les mans a les espatlles del de davant, i els braços ben rígids, tal com es mostra a la foto.



Les “molècules humanes” representen una ona P que es transmet a través d'un sòlid
(Foto cortesia de la Earth Science Education Unit, Keele University)

Han de mantenir els braços rectes i agafar fermament la persona de davant. Expliqueu-los que representen les molècules d'un sòlid, fortament unides entre si. Demaneu a l'últim de la fila que apliqui un moviment suau endavant sobre l'alumne que té davant. Feu això diverses vegades i observeu com l'“ona” passa al llarg de la fila d'alumnes. Cada alumne hauria d'acabar a la seva posició inicial. Això representa una ona P i serveix de model de com els terratrèmols poden generar ones que travessen les parts sòlides de l'interior de la Terra. Ara demaneu a l'alumne del darrere que mogui els altres suauament d'un cantó a l'altre tot produint un altre tipus d'ona que també es transmet al llarg de la fila. Es tracta d'una ona S i també podria haver estat provocada pel mateix

terratrèmol. Es demostra d'aquesta manera que, igual que les ones P, aquestes ones també són capaces de travessar les parts sòlides de l'interior de la Terra.

Ara demaneu als alumnes que abaixin els braços per tal de representar les molècules d'un fluid (líquid o gas). Un altre alumne hauria de moure d'un costat a l'altre l'últim alumne de la mateixa manera en que les ones S són iniciades en un terratrèmol. Tanmateix, ara no es transmetrà al llarg de la fila d'alumnes, demostrant així que les ones S no es transmeten a través dels fluids. Demaneu als alumnes que s'apropin entre si fins quedar quasi a tocar un de l'altre i amb els braços abaixats. Adverteu l'alumne del davant que pot tenir una sorpresa i demaneu al de darrera que empenyi suauament al del seu davant. Això provocarà una “ona P” que es transmetrà al llarg de la fila, tot i que els alumnes no sempre retornen al punt de partida com ho fanien les molècules reals! Això mostra que les ones P es poden transmetre a través d'un fluid (líquid o gas), en contrast amb les ones S com s'ha vist anteriorment. (Vegeu la foto de sota)



Les “Molècules humanes” agafades per sorpresa tal com es transmet una ona P a través d'un “fluid”
(Foto cortesia de la Earth Science Education Unit, Keele University)

Fitxa tècnica

Títol: Ones a la Terra 2 – Molècules humanes

Subtítol: Empenyeu els alumnes per demostrar les propietats de les ones sísmiques!

Tema: Es tracta d'una demostració de les propietats de les ones sísmiques P i S que és més efectiva si prèviament s'ha dut a terme la demostració amb l'“slinky” (Vegeu l'activitat d'Earthlearningidea “Ones a la Terra 1 – La simulació de l'“slinky”).

Estat dels alumnes: 14 – 18 anys

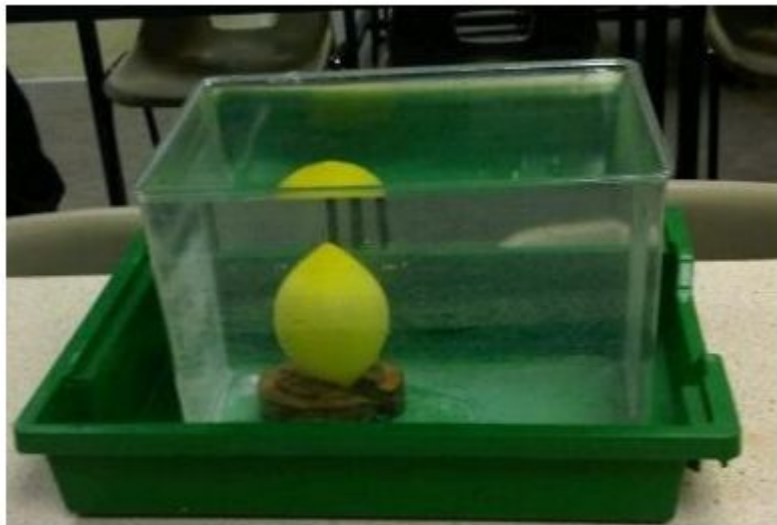
Temps necessari: 10 minuts

Aprenentatges dels alumnes: Els alumnes poden:

- simular el diferent comportament de sòlids i fluids quan són sotmesos a esforços;
- explicar que els fluids (per exemple, els líquids) no poden transmetre les ones S mentre que els sòlids sí que ho poden fer. Amb l'ampliació de l'activitat els alumnes poden:
- descriure la forma de la gràfica de la velocitat de les ones sísmiques respecte de la profunditat;
- explicar la forma d'aquesta gràfica.

8. EL KRAKATOA EN UN GLOBUS

[Enllaç](#)



El "dipòsit del Krakatoa" abans de l'erupció.

El Krakatoa amb un globus

Un dipòsit i un globus permeten simular els grans tsunamis causats per l'erupció del Krakatoa

L'erupció del Krakatoa a Indonèsia el 1883 va ser realment impressionant.

- El soroll va ser, de lluny, el més alt mai enregistrat; el més fort de la història moderna.
- Va viatjar més de 3000 km fins Austràlia, on va despertar la gent que dormia, i 4800 km fins illes de l'Oceà Índic, on es van pensar que tenia lloc una batalla naval amb canons.
- Les ones de la pressió atmosfèrica van ser enregistrades en baròmetres de tot el món.
- Les cendres es van projectar fins a més de 40 km d'alçada.
- Les cendres van enfosquir totalment una ciutat situada a 160 km i van caure fins a 1850 km de distància.
- Les cendres van donar la volta al món diverses vegades.
- Això va provocar postes de sol glorioses arreu i en alguns llocs el sol primer va lluir verd brillant i, més tard, blau brillant.
- Les cendres i els gasos de l'erupció van reflectir la radiació solar, provocant l'any següent un descens de la temperatura terrestre de 0,25 °C.
- Allà on hi havia una illa de 300 m d'alçada, l'erupció va formar un cràter (o caldera) 300 m per sota del nivell del mar.
- Al menys 36.000 persones (i possiblement 120.000) van morir pels tsunamis causats per l'erupció.
- El tsunami més gran devia arribar als 40 m d'alçada prop del seu origen, i encara uns 15 m a l'arribar a la costa.
- Els tsunamis van ser enregistrats per calibradors de mareas a l'altre costat de l'Índic.



L'erupció del Krakatoa el 1883, dibuixada ABANS de la gran erupció.

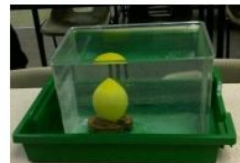
Imatge de domini públic perquè el seu copyright ha expirat.

Tot i que l'erupció va ser formidable, van ser els tsunamis els que van causar totes les morts. Com es van originar aquests tsunamis? Ningú no en sap el mecanisme exacte perquè no hi havia ningú allí en aquell moment. Una teoria sosté que, un cop formada la caldera, un costat del volcà es va esllavissar dins el mar causant els tsunamis. Una segona teoria suposa que, quan la cambra magmàtica es va col·lapsar, volums enormes d'aigua de mar van entrar a l'espai buit per ser expel·lida novament fora, causant els tsunamis.

Si aquesta última teoria és certa, podeu recrear els vostres propis "tsunamis krakatoics" a la classe de la següent manera:

- influeu parcialment un globus esfèric fins un diàmetre d'uns 8 a 10 cm;
- poseu-lo al fons d'un dipòsit, lligat a un pes, per mantenir-lo al fons quan el dipòsit s'ompli d'aigua;
- col·loqueu el dipòsit sobre una safata per recollir al menys alguns dels "tsunamis" creats;
- ompliu el dipòsit amb aigua fins dalt;
- creeu una "erupció krakatoica" punxant el globus amb una agulla (o allunyeu-vos i demaneu que ho faci un alumne).

Quan el globus explota, una mica d'aigua és llançada a l'aire (simulant l'erupció?) però l'efecte més important és produït per l'aigua projectant-se cap enfora a causa de l'explosió de l'aire i, tot seguit, projectant-se com "tsunamis" que envien aigua fora del dipòsit i sobre la taula.



El "dipòsit del Krakatoa" abans de l'erupció.



El "dipòsit del Krakatoa" creant tsunamis.

Fotos d'"abans" i "després" de Lucy Greenwood.

9. VIATGE AL CENTRE DE LA TERRA

Enllaç

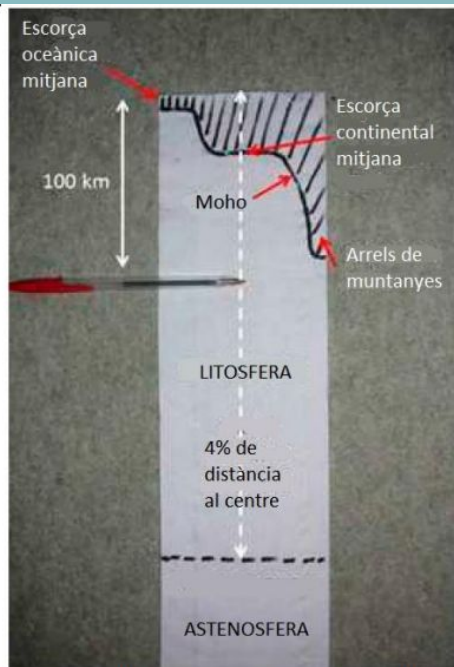
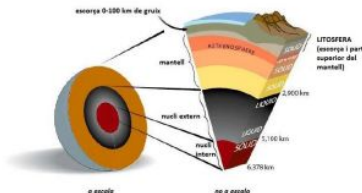


Foto 1: Part superior del rotlle de paper de wàter que mostra l'escorça i la litosfera dibuixades a escala. El bolígraf vermell assenyalava on s'acaba el primer full. La base de la litosfera es troba a 2 fulls i mig de la part superior.

Earthlearningidea <http://www.earthlearningidea.com>

Viatge al centre de la Terra – en un rotlle de paper de wàter
Com és de fina l'escorça sobre la que vivim?

L'estructura interna de la Terra



Esquema: L'estructura interna de la Terra (Esquema per cortesia de la Earth Science Education Unit)

Sovint, als llibres de text, hi trobem esquemes de l'estructura interna de la Terra com aquest. Tanmateix, tot i que l'esquema petit és dibuixat a escala, és difícil fer-se càrrec del gruix real de l'escorça terrestre. Aquesta escorça, per descomptat, constitueix la base per a l'existència humana sobre el planeta. L'esquema ampliat dona la impressió que la litosfera (escorça i part superior del mantell) és molt i molt més gruixuda del que realment és.

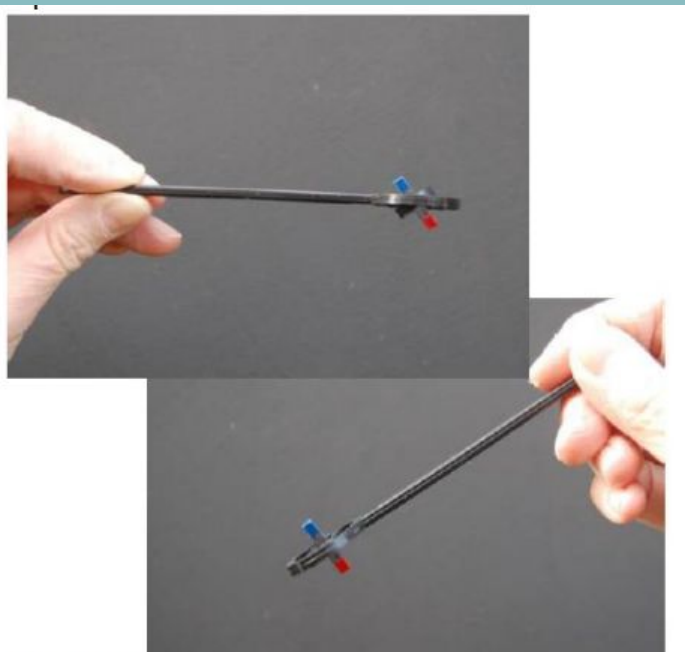
Feu servir un rotlle de paper de wàter per fer un model "a escala" de l'estructura de la Terra, des de la seva superfície fins al seu centre. El radi mitjà terrestre és d'uns 6400 km. Si suposem que cada full de paper representa 100 km, llavors 64 fulls ens portaran fins el centre de la Terra. Desenrotlleu tres fulls i marqueu-los per representar les capes més externes de la Terra com es mostra a la Foto 1.



Foto 1: Part superior del rotlle de paper de wàter que mostra l'escorça i la litosfera dibuixades a escala. El bolígraf vermell assenyalava on s'acaba el primer full. La base de la litosfera es troba a 2 fulls i mig de la part superior.

10. PERQUÈ LA MEVA BRÚIXOLA NO FUNCIONARÀ... CAMP MAGNÈTIC

[Enllaç](#)

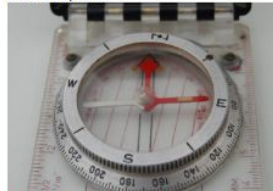


Fotos d'un Magnaprobe™ mostrant que no importa la seva posició. L'imant sempre apunta en la mateixa direcció perquè pot girar lliurement en qualsevol direcció (Fotos: Chris King)

Earthlearningidea - <http://www.earthlearningidea.com/>

Per què la meva brúixola no funcionarà a l'altra banda de l'Equador?
Comprendre el camp magnètic tridimensional de la Terra

Una brúixola magnètica que funciona perfectament bé al nord de l'Equador, no ho faria al sud seu, tal com podeu veure en aquestes fotografies. De la mateixa manera, una brúixola que funcioni a l'Hemisferi Sud, no funcionarà al nord de l'Equador.



Una brúixola magnètica amb una agulla que pot girar lliurement a l'Hemisferi Nord. (Foto: Chris King)



La mateixa brúixola de l'Hemisferi Nord fotografiada a l'Hemisferi Sud (Brisbane, Austràlia). (Foto: Chris King)

La segona foto mostra l'extrem blanc de l'agulla de la brúixola enganxat a la base de la brúixola, de manera que la agulla no pot girar i, per tant, no funciona.

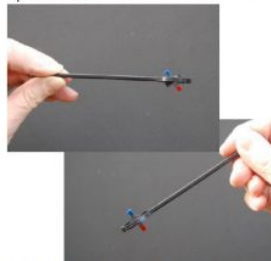
Mostreu als vostres alumnes aquestes fotografies i pregunteu-los per què passa això.

La resposta és que una brúixola magnètica només mostra el cam magnètic en dues direccions perquè s'ha afegit un pes a la agulla per tal que floti horitzontalment. Si voleu mesurar la component vertical del camp magnètic terrestre, us cal un instrument amb una agulla magnètica que giri en el pla vertical, com el de la foto oposada.



Un aparell, amb una agulla magnètica que gira en el pla vertical per mostrar la inclinació magnètica de la Terra (Foto: Suzy Allen/Gwyn Jones)

Tanmateix, la millor manera de mostrar la direcció del magnetisme terrestre a la classe és usar un imant que pot girar lliurement en qualsevol direcció, com el Magnaprobe™ que es mostra en aquestes fotos.



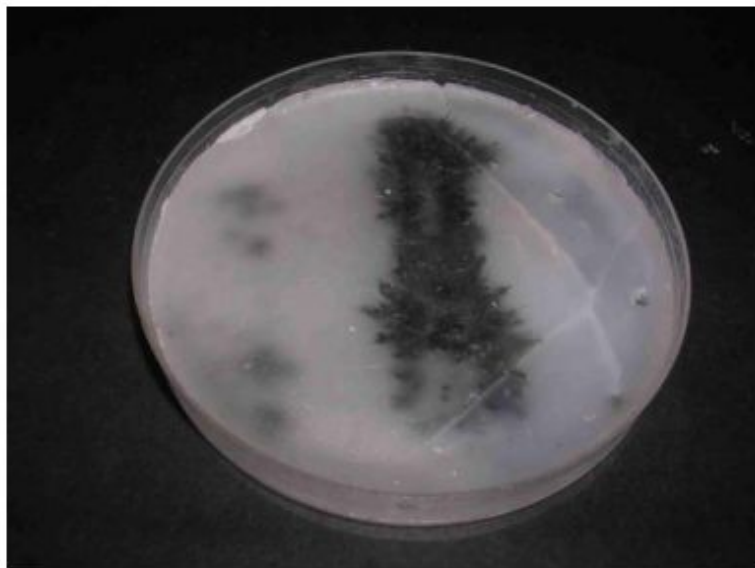
Fotos d'un Magnaprobe™ mostrant que no importa la seva posició. L'imant sempre apunta en la mateixa direcció perquè pot girar lliurement en qualsevol direcció (Fotos: Chris King)

L'imant de moviment lliure mostra el camp magnètic terrestre en tres direccions. A l'exemple de les fotos, l'extrem vermell apunta al nord de manera que, si miréssiu paral·lelament al llarg de l'eix cap a l'extrem vermell, estaríeu mirant cap al nord magnètic.

Tanmateix, l'imant també apunta cap avall (com l'agulla d'un clínametre) ja que s'alinea amb el camp magnètic tridimensional de la Terra.

11. MAGNETISME CONGELAT

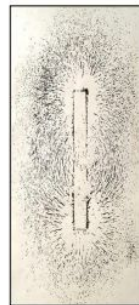
Enllaç



Camp magnètic al voltant d'una barra magnètica mostrat amb llimadures de ferro sobre cera fosa i deixada solidificar (Foto: Peter Kennett)

Magnetisme congelat Conservar en cera l'evidència d'un camp magnètic pretèrit

Molts alumnes coneixen l'activitat en que s'escampen llimadures de ferro sobre un paper que cobreix un imant de barra, per mostrar les línies de força magnètiques. En aquesta activitat es pot conservar l'evidència del camp magnètic fins i tot quan ja no hi ha l'imat. També mostra la natura tridimensional del camp magnètic. Prepareu una barra magnètica i llimadures de ferro dins un "saler" llestes per ser escampades sobre l'imat. Foneu una mica de cera incolora en un pot adequat i dipositeu-la dins una càpsula de petri, o un recipient transparent similar fins que estigui gairebé ple. Situeu la càpsula de petri sobre la barra magnètica i escampeu les llimadures de ferro sobre ella. No traieu l'imat fins que la cera hagi solidificat i llavors mostreu la càpsula de petri a la classe. Un mètode alternatiu consisteix en situar un full de cartolina sobre la barra magnètica i escampar les llimadures sobre ella. Agiteu fins eliminar l'excés de llimadures i ruixeu la cartolina amb una laca transparent des d'una distància d'uns 30 cm. Es pot protegir la cartolina amb film alimentari.



Camp magnètic al voltant d'una barra magnètica mostrat per llimadures escampades sobre un full de cartolina i fixat amb laca transparent (Foto: Elizabeth Devron)

Demaneu als alumnes:

- si poden dir de quina manera estava situat l'imat del model de llimadures de ferro "congelades";
- si les llimadures poden mostrar quin era el pol Nord i quin el Sud, un cop enretirat l'imat;
- si totes les llimadures es disposen paral·leles a la base de la placa de petri, o si algunes sobresurten de la cera;
- de quina forma el model de la placa representa el camp magnètic de la Terra;
- si el model mostra que la Terra té una barra magnètica al seu interior o no.

Fitxa tècnica

Títol: Magnetisme congelat

Subtítol: Conservar en cera l'evidència d'un camp magnètic pretèrit

Tema: Es tracta d'una demostració de com es pot conservar l'evidència d'un camp magnètic creat per un imant, fins i tot quan s'ha enretirat l'imat. Això proporciona una analogia del camp magnètic tridimensional de la Terra, amb un pol Nord i un pol Sud, però no constitueix una prova de l'origen del camp magnètic terrestre.

Edat dels alumnes: 11-18 anys

Temps necessari: 10 minuts més 10 minuts per preparar el model de cera

Aprenentatges dels alumnes: Els alumnes poden:

- explicar que un imant té pol Nord i pol Sud;

- comprovar que el camp magnètic al voltant d'un imant és tridimensional;
- adonar-se que l'evidència d'un camp magnètic pretèrit es pot conservar després que la font del camp hagi estat enretirada.

Context: Aquesta activitat es pot fer servir per afavorir la comprensió del magnetisme residual de les roques. Al mateix temps, constitueix una prova dels camps magnètics pretèrits de la Terra i és de gran valor per demostrar antigues latituds dels continents. Les periòdiques inversions del camp magnètic terrestre queden enregistrades en la magnetització de les roques del fons oceànic, i s'han fet servir per demostrar l'expansió dels sòls oceànics.

Les respostes a les qüestions proposades més amunt als alumnes poden ser:

- El model del camp magnètic conservat en cera indica clarament la posició de, amb les

12. IMANTS HUMANS!

Enllaç



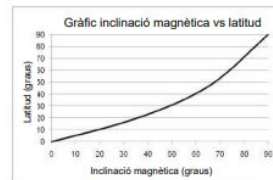
Imants humans a la seva latitud

Earthlearningidea - <http://www.earthlearningidea.com/>

Imants humans!

Simulant camps magnètics antics i actuals amb els vostres alumnes

Alguns materials es magnetitzen en refredar-se tal com es mostra als vídeos de YouTube "Curie temperature demonstration" – <https://www.youtube.com/watch?v=haVX24hOwQI> i "Nickel Curie Point Engine" – https://www.youtube.com/watch?v=YzwGzJm41_o. De forma similar, els minerals rics en ferro de les roques ígnees, com la magnetita, es poden magnetitzar quan la roca cristal·litza a partir d'un estat de fusió per refredament per sota d'una temperatura crítica. Aquesta temperatura es denomina Punt de Curie. La direcció de magnetització s'enregistra a la roca sòlida i marca la direcció del camp magnètic de la Terra en aquell lloc i en aquell moment. Mostreu a la classe el gràfic que relaciona l'angle d'inclinació (cabussament magnètic) del camp terrestre amb la latitud geogràfica, i assenyaieu l'angle a l'Equador (*horitzontal*), als pols (*vertical*) i a la latitud de la vostra escola. (Si disposeu d'un Magnaprobe™, feu-lo servir per mostrar el camp magnètic a la vostra latitud directament).



Preneu la classe a algun lloc espaiós a l'aire lliure o al gimnàs. Demaneu als alumnes que facin veure que són cristalls de magnetita que es van magnetitzar a mesura que es refreden. Els seus braços esquerres apunten al pol nord i els drets al pol sud. La classe hauria d'estar mirant a l'est. Demaneu a la classe que mostrin l'angle d'inclinació (cabussament magnètic) del camp terrestre (i per tant de la magnetització dels cristalls de magnetita) en diverses latituds, de la següent manera:

- A l'Equador: braços horitzontals, braç esquerre apuntant al nord;
- Al Pol Nord: braç esquerre vertical apuntant avall; braç dret vertical cap amunt;
- Al Pol Sud: braç dret vertical apuntant avall; braç esquerre vertical cap amunt;
- Al Pol Sud, en un moment d'inversió magnètica: braç esquerre vertical apuntant avall; braç dret vertical cap amunt;

A la latitud de la vostra escola, en un moment de polaritat normal (Vegeu el gràfic. Per a Catalunya, per a una latitud d'uns 41°N, el cabussament magnètic és d'uns 60°, braços esquerre avall.



Imants humans a la seva latitud



Imants humans a l'Equador (Fotos: Abigail Brown)

Ara moueu la classe a una certa distància d'on éreu. Són en un continent situat a l'Equador, 300 milions d'anys enrere. Es produeix l'erupció i cristal·litza d'una lava. Els alumnes haurien de mostrar el cabussament magnètic dels cristalls de magnetita, adquirit quan la roca es refreda per sota del seu Punt de Curie (braços horitzontals, l'esquerra apuntant al nord).

Ara es produeixen moviments de plaques i el seu continent es mou lentament fins a la latitud actual de la vostra escola, és a dir cap on sou.

Recordau-los el cabussament magnètic de la vostra escola usant els seus braços (o demaneu un dels alumnes que ho faci). Els alumnes, haurien de moure els seus braços, o els haurien de mantenir horitzontals a mesura que es mouen cap a vosaltres i cap a l'actualitat? (Mantenir-los horitzontals perquè el magnetisme ha quedat bloquejat dins la roca).

Remarqueu que la classe ha estat simulant una de les millors evidències de la "deriva continental", un punt essencial de la tècnica de plaques.

Retorneu a l'aula i relaxeu-vos després de l'exercici poc freqüent!

13. UN TERRATRÈMOL A L'AULA

Enllaç

Demaneu a un dels vostres estudiants que segui a la vostra taula o bé al davant de la classe, per ajudar-vos a representar els efectes d'un terratrèmol a mesura que descriviu el que passa a cada nivell d'intensitat. Comenceu amb intensitat I i seguïu fins la intensitat XII.

Una escola danyada per un terratrèmol.

Publicat per Owngchu1 sota
licència de Creative
Commons Attribution-Share
Alike 4.0 International .



Un terratrèmol a l'aula Una escala d'intensitat sísmica a l'aula

Demaneu a un dels vostres estudiants que segui a la vostra taula o bé al davant de la classe, per ajudar-vos a representar els efectes d'un terratrèmol a mesura que descriviu el que passa a cada nivell d'intensitat. Comenceu amb intensitat I i seguïu fins la intensitat XII.



Una escola danyada per un terratrèmol.

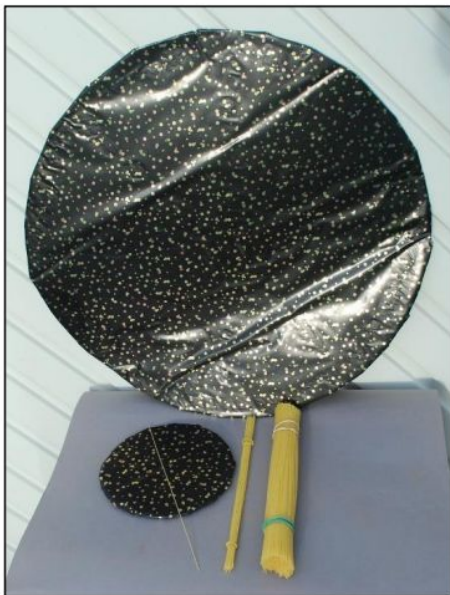
Publicat per Owngchu1 sota
licència de Creative
Commons Attribution-Share
Alike 4.0 International .

Intensitat del terratrèmol	Descripció	Què sentiríeu i veuríeu, què fer
I	No sentit	Res
II	Escassament sentit	Si sou en un pis alt, feu vibrar la taula lleugerament per fer que es moguin els llapis i bolígrafs
III	Dèbil	Moueu la taula una mica més, de manera que les coses que tingui a sobre vibrin clarament
IV	Majoritàriament observat	Moueu més la taula fins notar el soroll del tremolor. Moltes altres coses de l'aula estan tremolant també; els objectes penjats es balancegen endavant i enrere
V	Fort	Agiteu encara més la taula, l'alumne s'hauria de situar sota la taula per sentir-se més segur; els objectes alts de la taula cauen; els objectes penjats encara es balancegen més, mentre portes i finestres s'obren i es tanquen
VI	Lleugers danys	Sacsegeu la taula – ara l'alumne només podria ser sota la taula i sostenint-la amb les cames de manera que, si la taula, es desplaça per l'aula, la pugui seguir; els objectes cauen de les parets, els armaris es mouen, el guix de les parets s'esquerda, cauen petits fragments del sostre
VII	Danys	Encara més moviment de la taula, l'alumne s'hi ha d'agafar fort; les coses cauen de les lleixes, les parets s'esquerden, cauen fragments més grossos del sostre, molta pols
VIII	Molts danys	Gran moviment de la taula, cauen pupitres i cadires; grans esquerdes a les parets; cauen trossos grossos del sostre sobre pupitres i altres mobles; encara més soroll i pols
IX	Destructiu	El sostre col·lapsa sobre la taula, però l'alumne està segur a sota; molta vibració, sorolls de trencaments i pols
X	Molt destructiu	Les parets de l'aula comencen a col·lapsar cap enfora i cap endins, però la taula robusta encara és segura; és fosc, molt polsegós i sorollos
XI	Devastador	La resta de l'edifici col·lapsa, però les persones protegides per mobles resistents i a racons protegits sobreviuen
XII	Completament devastador	Tots els edificis de l'àrea col·lapsen, s'han disparat totes les alarmes; els serveis de rescat ja vénen, però caldrà paciència perquè totes les carreteres han estat destruïdes; manteniu-vos sota la taula i preneu paciència – l'ajuda és de camí

Adaptat de l'article de la Viquipèdia sobre l'Escala Macrosísmica Europea a https://en.wikipedia.org/wiki/European_macroseismic_scale i la sinopsi del British Geological Survey a http://earthquakes.bgs.ac.uk/education/education/ems_synopsis.htm

14. TERRATRÈMOLS D'ESPAGUETIS

Enllaç



Demostració de "energia sísmica" usant espaguetis, mostrant un (poc visible), 30 espaguetis, 900 espaguetis, un cercle de cartolina representant els caps d'un manat de 27.000 espaguetis i un full gran que representa els caps de 810.000 espaguetis. (Foto: P. Kennett)

Terratrèmols d'espaguetis

Per què els grans terratrèmols són molt més destructius que els petits?

La "força" d'un terratrèmol s'ha mesurat tradicionalment amb l'Escala de Magnitud de Richter. Aquesta es basa en la quantitat de moviment amunt i avall (l'amplitud) de les ones superficials, enregistrades per un sismòmetre situat a 100 km de l'origen del terratrèmol. A causa de la gran variabilitat dels valors, s'usa una escala logarítmica, la qual cosa significa que per cada punt d'increment en l'escala, l'amplitud augmenta deu vegades.

Una mesura més útil és la de l'alliberament d'energia equivalent, o moment sísmic, que s'incrementa unes 30 vegades per cada punt de l'escala. Així, un terratrèmol de magnitud 6 és 30 vegades més potent que un de magnitud 5.

L'enorme increment de l'energia per cada punt es pot demostrar usant espaguetis de la forma següent:

- Preneu un espagueti per representar roques que es trenquen i creen un terratrèmol de magnitud, per exemple, 5, i mostreu com es pot doblegar i trencar fàcilment. (Useu espaguetis de diàmetre aproximat d'1 mm).
- Agafeu un manat de 30 espaguetis per representar un terratrèmol de magnitud 6 i mostreu que encara es pot doblegar (i trencar si no els voleu reutilitzar!), però que requereix molta més energia per fer-ho.
- Proveu-ho amb un terratrèmol de magnitud 7, amb un manat de $30 \times 30 = 900$ espaguetis, que és molt més difícil de doblegar o trencar.

- Per a un terratrèmol de magnitud 8 caldria un manat de $30 \times 900 = 27.000$ espaguetis. Això es pot mostrar fent servir una cartolina circular d'uns 16cm de diàmetre per representar els caps dels espaguetis si cadascun fa 1 mm de diàmetre (vegeu la foto).

- Per a un terratrèmol de magnitud 9, caldria un manat de $30 \times 27.000 = 810.000$ espaguetis, representat per un cercle de paper d'uns 90 cm de diàmetre. L'efecte es reforça si el paper es manté plegat petit al principi i es va desplegant davant dels estudiants.



Demostració de "energia sísmica" usant espaguetis, mostrant un (poc visible), 30 espaguetis, 900 espaguetis, un cercle de cartolina representant els caps d'un manat de 27.000 espaguetis i un full gran que representa els caps de 810.000 espaguetis. (Foto: P. Kennett)

Fitxa tècnica

Títol: Terratrèmols d'espaguetis

Subtítol: Per què els grans terratrèmols són molt més destructius que els petits?

Tema: S'usen manats d'espaguetis cada cop més grans per demostrar com cada unitat d'increment logarítmic a l'escala de magnitud es correspon amb un increment 30 vegades més gran en l'alliberament d'energia.

Estat dels alumnes: 14-18 anys

Temps necessari: 15 minuts, incloent un vídeo clip

Aprenentatges dels alumnes: Els alumnes poden comprendre que:

- la majoria de terratrèmols es produeixen per la fracturació de masses de roques;
- l'energia s'allibera ràpidament a l'origen del terratrèmol quan es produeix la fractura;
- l'escala de magnitud amb què es mesuren els terratrèmols és molt àmplia i, per tant, s'usa una escala logarítmica;
- cada increment en l'escala de magnitud del terratrèmol representa un increment enorme de l'energia alliberada, aproximadament 30 vegades per cada punt de l'escala de magnitud.

15. ONES P, S I SUPERFICIALS

Enllaç



Una demo d'ones sísmiques amb un slinky Usant slinkies per mostrar com els terratrèmols produeixen ones P, S i superficials

Demo slinky 1

Demanu a una persona que sostingui un extrem de l'slinky a l'aire, com es mostra a la foto.



Ara, mentre amb una mà sosteniu l'altre extrem al terra, tireu de les voltes més baixes cap enfora i avall, i deixeu anar, per produir un terratrèmol per "sotragada de l'slinky". Això mostra com un arribà a la superfície terrestre a l'epicentre un terratrèmol produït en un focus en profunditat.

Demo slinky 2

Expliqueu que, tot i que és difícil de veure a la primera demo, el "terratrèmol" realment ha produït dos tipus d'ones sísmiques. Mostreu com s'ha produït un tipus només estirant avall. Ara deixeu anar.



Això genera ones P – les voltes reboten amunt i avall (s'apropen a la compressió i es separen a la rarefacció quan passa l'ona) a mesura que les ones de xoc viatgen cap a la "superfície" (i llavors reboten cap avall).

Demo slinky 3

Mostreu com es produeix el segon tipus d'ona estirant l'slinky lateralment abans de deixar-lo anar. Aquest cop l'slinky s'agita lateralment i es produeixen ones S. Les voltes es mouen a un costat i l'altre a mesura que les ones transversals les travessen.



Demo slinky 1 repetida

Repetiu la primera demostració per mostrar com una "deixada" de l'slinky produeix tant ones P com S.

Demo slinky 4

Demanu a dues persones que sostinguin un segon slinky a l'aire, com a la foto. Feu un ganxo amb un clip i enganxeu els dos slinkies, de manera que un d'ells pengi de l'altre. Produïu un "terratrèmol" estirant l'slinky cap en fora i sota com a la demo 1. Aquest cop, quan deixeu anar l'slinky, les ones P i S viatgen cap a munt fins la "superfície" de l'slinky de dalt, el qual comença a rebotar amunt i avall formant "ones superficials".



Això mostra com les ones de xoc procedents del focus d'un terratrèmol viatgen cap a la superfície com ones P i S, fent que la superfície es mogui amunt i avall amb ones superficials. Les ones superficials són les que causen la major part de danys als terratrèmols. En terratrèmols forts, es poden veure ones superficials quan es mou el terra amunt i avall, tot destruint edificis, carreteres i vies de tren causant destrucció i mort.

16. QUÈ MOU LES PLAQUES?

Enllaç

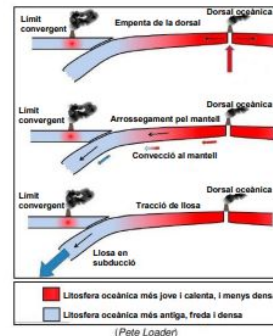


(David Bailey)

Què mou les plaques?

Una simulació amb alumnes per demostrar que la tracció de llosa és la principal força que mou les plaques

Les plaques tectòniques de la Terra es mouen, però quins processos causen aquest moviment?



Tres de les forces que s'han proposat per explicar el moviment de les plaques són:

- **corrents de convecció al mantell:** els corrents del mantell transporten les plaques de litosfera sobre seu, com una cinta transportadora;
- **empenta de la dorsal:** les plaques de formació recent de les dorsals són calentes i, per tant, estan més enlairades a la dorsal que a les zones de la placa més allunyades, més fredes i més denses; la gravetat fa que la placa més enlairada de la dorsal empenyi la litosfera situada més enllà de la dorsal;
- **tracció de llosa:** les plaques més antigues i fredes s'enfonsen a les zones de subducció perquè, al ser més fredes, es tornen més denses que el mantell subjacent; així, la placa que s'enfonsa tira de la resta de la placa.

Investigacions recents han demostrat que la principal força per a la major part del moviment de plaques és la tracció de llosa, perquè les plaques amb més límits de subducció són les que es mouen més ràpidament.

Al mateix temps, si hi ha **corrents de convecció al mantell**, com s'han representat tradicionalment (i els geofísics no les han detectades mai), sembla que tenen un efecte molt petit o inexistent sobre el moviment de les plaques. L'**empenta de la dorsal** sembla ser eficaç només allà on no hi ha forces de tracció de llosa.

Demostreu això demanant a dos alumnes que es posin dempeus davant de la classe simulant les

dues plaques d'una dorsal oceànica. Ara demaneu a uns cinc alumnes que es posin dempeus al costat d'un d'aquests "límits de plaques" i s'agafin dels braços per formar una "placa tectònica d'alumnes" de litosfera, tal com es veu a la foto.

- Simuleu un **corrent de convecció al mantell** caminant per darrera la fila d'alumnes a partir del límit de placa de la dorsal, tot fregant els estudiants per darrera – mostrant així que els corrents de convecció del mantell tenen poc efecte sobre el moviment de les plaques.
- Simuleu una **empenta de la dorsal** empenyent entre els dos "límits de plaques", com es veu a la foto, i demostrareu que això té poc impacte sobre la "placa tectònica d'alumnes".



(David Bailey)

- Simuleu la **tracció de llosa** estirant de l'últim alumne de la fila, això tira de tota la "placa tectònica d'alumnes", demostrant que aquesta és la força que té el major efecte.



(David Bailey)

17. UN VOLCÀ AL LABORATORI

Enllaç



El volcà de cera en acció. En aquest exemple, una "colada de lava" superficial és alimentada per tres tubs amb "intrusions" que s'estan formant a les seves bases (però totes les erupcions són diferents). (Foto: Peter Kennett)

Un volcà al laboratori Un model de processos ignis amb cera i sorra

Prepareu un vas de precipitats de vidre de 500 ml tal com es descriu a la secció "Material" i poseu-lo sobre un trespeus a punt per ser escalfat amb un bec Bunsen. Abans d'encendre'l, demaneu als alumnes que facin una predicció del que passarà quan el contingut del vas s'escalfi. Per estimular la discussió els podeu preguntar:

- Què es fondrà primer, la cera o la sorra? (La cera);
- Què li passarà a la cera un cop fosa? (ascendirà);
- Per què ascendirà? (La cera fosa és menys densa que l'aigua);
- La cera fosa arribarà a la superfície de l'aigua? (Sí, al menys una part de la cera normalment "erupciona" sobre la superfície de l'aigua i s'escampa fins formar una capa de cera fosa).
- Quedarà cera dins l'aigua? (Sí, especialment si l'aigua ha estat refredada prèviament);
- La cera fosa patirà convecció al voltant del vas de precipitats? (No, el vas és massa restringit i la cera flota sobre l'aigua).

Ara escalfeu el vas i demaneu als estudiants que ho observin detingudament des d'una distància segura o a través d'una pantalla de protecció. Sovint, sembla que no passa res fins que la lava entra en "erupció" de manera sobtada. Pregunteu com és que la cera fosa arribarà a la superfície si l'aigua que la rodeja és força freda (sovint es forma un tub de cera a l'aigua, a través del qual

puja la resta de la cera, aïllada de l'aigua pel tub de cera consolidada).

(Retireu el Bunsen quan encara queda una mica de cera al fons del vas).



El volcà de cera en acció. En aquest exemple, una "colada de lava" superficial és alimentada per tres tubs amb "intrusions" que s'estan formant a les seves bases (però totes les erupcions són diferents). (Foto: Peter Kennett)

Fitxa tècnica

Títol: Un volcà al laboratori

Subtítol: Un model de processos ignis amb cera i sorra

Tema: Es modela l'ascens del "magma" a través de l'"escorça" i s'observa com una part pot arribar a la superfície, representant una colada de lava, mentre una altra s'atura dins la massa d'aigua, representant una intrusió ignia.

Edat dels alumnes: 12 – 18 anys

Temps necessari: 10 minuts per a l'activitat, més uns 15 minuts per preparar el vas de precipitats.

Aprentatges dels alumnes: Els alumnes poden:

- fer prediccions basades en els seus coneixements previs sobre l'escalfament de materials;
- debatre en detall les prediccions dels altres;
- observar detalladament una seqüència d'esdeveniments i explicar-ne el resultat;
- relacionar els models amb la realitat;
- explicar com el magma pot arribar a la superfície per produir erupcions volcàniques o

aturar-se (esdevenir sòlid) en profunditat per formar intrusions.

Context: L'activitat es pot fer servir en cursos de ciències per il·lustrar els principis de l'activitat ignia, tant a la superfície de la Terra com al seu interior.

Ampliació de l'activitat:

Es poden discutir les aplicacions del model al món real com, per exemple:

- La sorra i l'aigua representen capes de l'escorça terrestre.
- La cera representa el mantell superior, normalment sòlid, però que pot estar parcialment fos a alguns llocs.
- De la mateixa manera que la cera puja a causa de la seva densitat més baixa que el que l'envolta, el magma pot ascendir fins intruir a l'escorça o arribar a la superfície i formar una colada de lava.
- La cera que arriba a la superfície és molt mòbil i s'escampa formant una capa, simulant els freqüents "al·lupians basàltics", com els d'Islàndia o els d'Antrim, a Irlanda del Nord, en què enormes volums de lava van sortir de fissures més que de volcans puntuals.

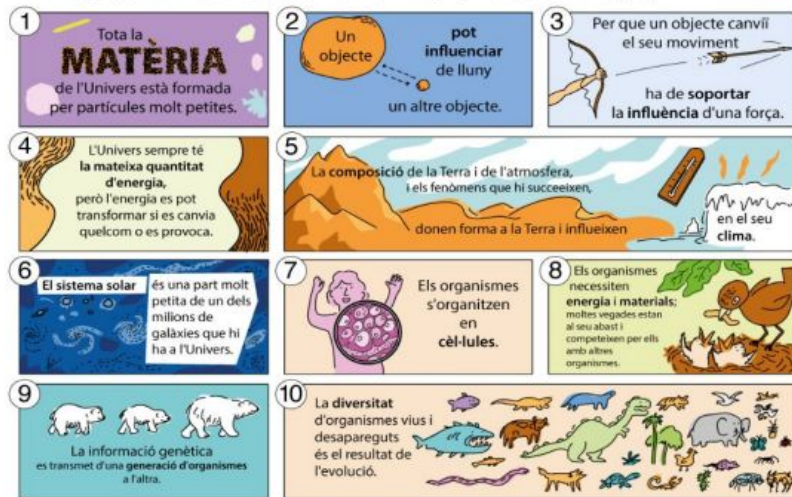
Per saber-ne més...

Les idees abans descrites provenen del treball de Wynne Harlem (2010) [*Principios y grandes ideas de la educación en ciencias*](#). En concret, es treballen les idees següents:

Gran idea 5: La composició de la Terra i de l'atmosfera i els fenòmens que hi succeeixen, donen forma a la terra i influeixen en el seu clima.

GRANS IDEES DE LA CIÈNCIA

elhuyar
el huyar

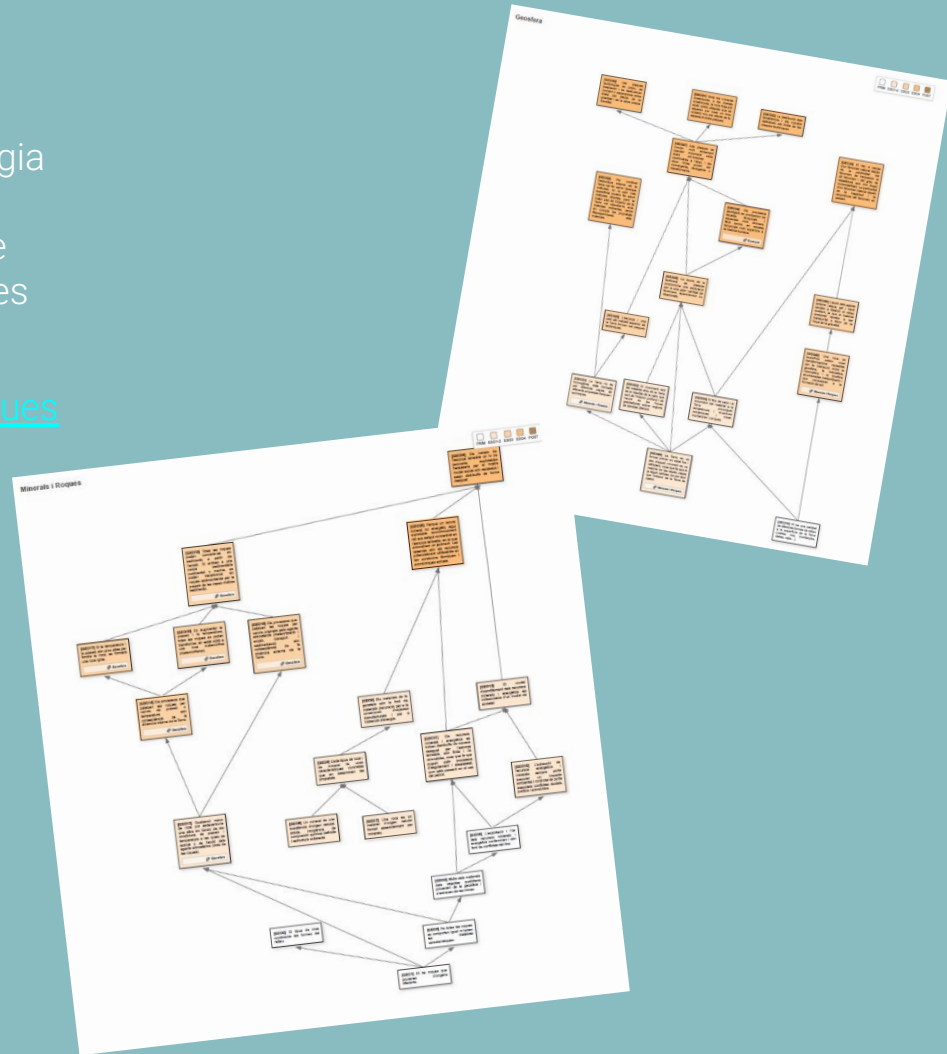


Idees sobre la ciència

11. La ciència suposa que per cada efecte hi ha una o més causes.
12. Les explicacions, teories o models científics són aquells que responen millor als fets coneguts al seu moment.
13. El coneixement generat per la ciència es fa servir en algunes tecnologies per a crear productes humans.
14. Les aplicacions de la ciència tenen amb freqüència implicacions ètiques, socials, econòmiques i polítiques.

La **gran idea 5** es pot concretar les idees clau de geologia (GEO) que apareixen a les orientacions curriculars de biologia i geologia de secundària, principalment les que apareixen ordenades en els mapes de progressió d'idees següents:

- GEO : Mapa de progressió d'idees - minerals i roques
- GEO: Mapa de progressió d'idees - geosfera



[Sites relacionat amb l'antiga maleta del paisatge](#)





Segur que aquesta proposta obrirà camí a moltes altres preguntes

CONNEXIONS

cesire



Generalitat de Catalunya
Departament d'Educació
**Direcció General d'Innovació,
Digitalització, Currículum i Llengües**