

## Botar, doblar, romper

### Un modelo de las propiedades del manto de la Tierra con Potty Putty™ de una jugueteria

Els alumnes (i alguns autors de llibres de text) sovint troben difícil comprendre com les roques del mantell poden presentar diferents propietats sota condicions diferents. El mantell transmet les ones sísmiques per deformació elàstica; tot i que és sòlid, pot fluir; també es pot trencar. Com pot ser això?

Es pot fer un model de les propietats físiques del mantell amb una massa de silicona, coneguda com Potty Putty™, que es pot adquirir a les botigues de joguines o es pot fabricar al laboratori de l'escola (vegeu l'apartat Material).

Doneu a cada alumne una peça petita de Potty Putty™ (d'un gruix d'1 cm) i demaneu-los que la rodin fins formar una pilota.

Demaneu-los que la deixin caure sobre la taula des d'una alçada de només quatre centímetres per tal que la vegin botar (deformació elàstica).



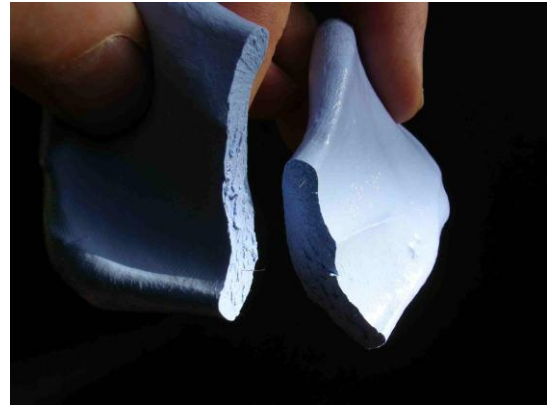
Deformació elàstica (comenceu amb tota la classe des d'una alçada menor!)

Demaneu-los que estirin la seva peça i que la sostinguin de manera que pugui baixar pel seu propi pes (deformació plàstica o dúctil, o flux).



Deformació plàstica pel seu propi pes

Convideu-los a fer novament una pilota i que l'estirin decididament per tal de veure si es tenca (deformació fràgil).



Deformació fràgil a l'estirar-la

Recolliu totes les peces per formar una sola pilota i deixeu-la sobre la taula. Al final de la classe mostreu als alumnes com s'ha deformat (a causa de la gravetat).

(També pot demostrar que la massa s'esmicola al colpejar-la amb un martell, tot i que no ho hauríeu de fer si hi ha moqueta al terra o si els alumnes s'han mudat: extreure fragments de putty de la roba pot requerir molta estona "fregant"!).



Deformació fràgil al colpejar amb un martell  
(Fotos: Peter Kennett)

Aquesta activitat demostra que és essencial considerar el factor temps quan s'estudien els efectes dels esforços: els esforços curts i intensos poden provocar trencament fràgil; els esforços que duren més temps provoquen deformació elàstica; aquells que duren encara molt més temps provoquen fluxos plàstics/dúctils.

---

#### Ficha técnica

**Título:** Botar, doblar, romper

**Subtítulo:** Un modelo de las propiedades del manto de la Tierra con Potty Putty™ de una jugueteria

**Tema:** Els alumnes treballen amb Potty Putty™ per descobrir com un sol material pot respondre elàsticament, plàsticament o fràgilment, depenent de la durada dels esforços aplicats.

**Edat dels alumnes:** 14 – 18 anys

**Temps necessari:** 5 minuts

**Aprentatges dels alumnes:** Els alumnes poden explicar que, a diferents escales i durada dels esforços, un material es pot comportar:

- elàsticament (i, per tant, transmetre ones sísmiques),
- dúctil o plàsticament (i, per tant, pot fluir o reptar tot i ser encara sòlid),
- fràgilment (i, per tant, fracturar-se, la qual cosa podria provocar un terratrèmol).

**Context:** No resulta difícil comprendre que les roques es poden comportar fràgilment: els alumnes saben perfectament que si colpegem una roca amb un martell, es trencarà! Les evidències sísmiques mostren que el mantell terrestre també pot transmetre les ones sísmiques per deformació elàstica de les roques que el formen que, per tant, han de ser sòlides. Tanmateix, les roques del mantell també poden “fluir” o reptar si se’ls dona prou temps i sota condicions d’alta temperatura i pressió característiques de l’interior de la Terra. Alguns autors de llibres de text suposen que els alumnes no poden comprendre que es pot donar flux en un material sòlid i, per tant, afirmen que el mantell és essencialment líquid, fins i tot encara que les evidències sísmiques ho contradiguin.

**Ampliació de l’activitat:**

Podeu estudiar dades sísmiques que demostren que:

- les ones sísmiques poden travessar el mantell (per deformació elàstica), tal com mostra el gràfic de sota de velocitat de les ones P i S a través de la Terra;

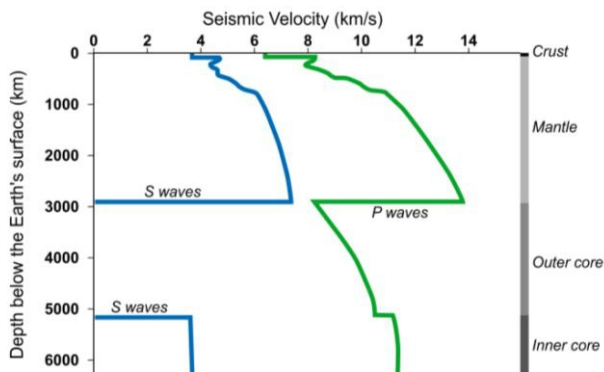


Diagrama amb permís de la Earth Science Education Unit

- el mantell és gairebé totalment sòlid (apart d’algunes cambres magmàtiques molt localitzades de dimensió quilomètrica).
- el mantell superior pot patir fractura fràgil, la qual genera terratrèmols. Discutiu com el moviment de les capes més externes de la Terra demostra la deformació plàstica del mantell subjacent.

**Principis subjacents:**

- Una sola substància permet il·lustrar com es produeix la deformació elàstica, plàstica o fràgil, depenent de les condicions en que té lloc.
- Les ones sísmiques són transmeses per la deformació elàstica de les roques; és a dir, les seves partícules oscil·len endavant i enrere i d’un costat a l’altre però sempre retornen a la seva posició original.
- Els terratrèmols s’originen dins els primers 700 km per fractura fràgil de les roques del mantell.
- Les plaques tectòniques es mouen unes respecte de les altres uns pocs centímetres per any, com a resultat del flux plàstic del mantell subjacent que és essencialment sòlid. (El mantell pot ser fins un 5% líquid; aquest líquid es manté entre els cristalls de les seves roques, en la zona relativament dèbil coneguda amb el nom d’astenosfera, a uns 150 km per sota de la superfície terrestre. Les ones P i S disminueixen aquí de velocitat, tal com es mostra en la gràfica oposada).

**Desenvolupament d’habilitats cognitives:**

Comprendre com una substància pot mostrar tres tipus de deformació implica un conflicte cognitiu. Aplicar la investigació del Potty Putty™ al mantell implica un esforç relacional important.

**Material:**

El Potty Putty™ (també conegut com Silly Putty™) es pot aconseguir a botigues de joguines o fer-se a partir de cola PVA i bòrax (Vegeu <http://www.esta-uk.net/jesei/index2.htm>, ‘Solid mantle in full flow: the DIY potty putty simulation’ per a la recepta).

**Enllaços útils:** Vegeu com es poden simular la convecció i el moviment de les plaques fent servir xarop a: <http://www.estauk.net/jesei/index2.htm>. “Mantle convection moving plates: the golden syrup / hobnob teacher demonstration” (però eviteu que els estudiants pensin que el mantell ÉS líquid!)

**Font:** Basat en el taller “The Earth and plate tectonics”, de l’Earth Science Education Unit. <http://www.earthscienceeducation.com>

© L'equip d'Earthlearningidea. L'equip d'Earthlearningidea es proposa presentar una idea didàctica cada setmana de cost mínim i amb recursos mínims, d'utilitat per a docents i formadors de professors de Ciències de la Terra a nivell escolar de Geologia i Ciències, juntament amb una "discussió en línia" sobre cada idea amb la finalitat de desenvolupar una xarxa de suport. La proposta d'"Earthlearningidea" té un finançament escàs i depèn majoritàriament de l'esforç voluntari.

Els drets (copyright) del material original d'aquestes activitats ha estat alliberat per al seu ús al laboratori o a classe. El material amb drets de terceres persones contingut en aquestes presentacions resta en poder dels mateixos. Qualsevol organització que vulgui fer ús d'aquest material ha de posar-se en contacte amb l'equip d'Earthlearningidea.

S'han fet tots els esforços possibles per localitzar les persones o institucions que posseeixen els drets de tots els materials d'aquestes activitats per tal d'obtenir la seva autorització. Si creieu que s'ha vulnerat algun dret seu, posi's en contacte amb nosaltres; agraïrem qualsevol informació que ens permeti actualitzar els nostres arxius.

Si teniu alguna dificultat per llegir aquests documents, sisplau, poseu-vos en contacte amb l'equip d'Earthlearningidea per obtenir ajut. Comuniqueu-vos amb l'equip d'Earthlearningidea a: [info@earthlearningidea.com](mailto:info@earthlearningidea.com)