

L'estructura de la Terra a partir d'esferes d'argila

Una discussió sobre com la física pot servir per provar l'estructura de la Terra

Fem servir esferes d'argila per fer preguntes clau
Prepareu dues esferes d'argila de la mateixa mida per a cada grup, una d'elles amb una bola metàl·lica al centre. Ara pregunteu aquesta sèrie de qüestions:

1. Dues esferes d'argila – quina és la diferència?

Doneu a cada grup d'alumnes un parell d'esferes i demaneu-los que utilitzin els seus sentits per detectar la diferència entre elles, **sense destrossar les esferes**. La majoria s'adonaran aviat que una pesa més que l'altra.

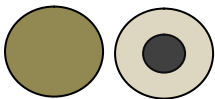
2. Què podria explicar la diferència?

Confirmeu que una de les esferes és més pesada que l'altra. Tot seguit demaneu a cada grup per què passa això. Repteu-los a suggerir al menys tres idees diferents. Entre les hipòtesis que podrien suggerir s'hi troben les següents:

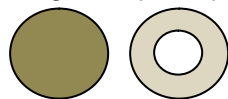
- una d'elles té alguna cosa pesada al mig (per exemple, una peça de metall);
- una d'elles té alguna cosa lleugera al mig (per exemple, un forat o una peça de poliestirè);
- una està feta d'una argila més pesada que l'altra.

Fins i tot podrien suggerir:

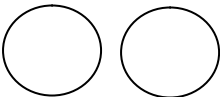
- una d'elles es va fent més densa cap a l'interior (amb capes com passa amb alguns caramels); o
- una d'elles esdevé més lleugera cap a la perifèria.



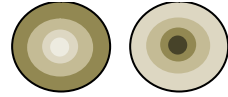
Alguna cosa pesant al mig



Alguna cosa lleugera al mig



Argila "pesant" i "lleugera"



Increment o disminució de densitat

3. Com podríem esbrinar quina idea és certa?

Ara repteu a cada grup a suggerir com podríem testar cada esfera **sense destrossar-les**, per esbrinar quina de les idees suggerides és certa. Poden utilitzar qualsevol dels aparells de l'escola o la població.

Algunes idees suggerides sovint inclouen:

- clavar alguna cosa a cada esfera;
- pesar una petita quantitat d'argila de cada esfera;
- un imant (o un detector de magnetisme);
- ultrasons (com les ecografies als embarassos);
- ressonància magnètica (molts hospitals disposen d'aparells d'RMS; els detectors de metalls també la usen);
- rajos X;
- radiació (científicament anomenada radiació ionitzant – radiació alfa, beta o gamma).

Altres també poden suggerir comprovar les diferències en com les esferes roden o giren. El suggeriments incorrectes inclouen verificar si les esferes floten o s'enfonsen o pesar-les. Aquests

només confirmarien allò que ja sabem: que una esfera pesa més que l'altra.

Les respostes a les altres idees són:

- clavar alguna cosa a cada esfera – *si claveu un misto a cada esfera, un la travessarà i l'altra serà aturada per la bola metàl·lica del centre;*
- pesar una petita quantitat d'argila de cada esfera – *si es fa aquesta prova, la densitat de l'argila serà la mateixa;*
- un imant (o un detector de magnetisme); ultrasons; ressonància magnètica i rajos X – *tots ells detectarien el coixinet metàl·lic;*
- radiació – *les radiacions alfa i beta no travessarien l'argila, però es podria detectar la bola metàl·lica per radiacions gamma;*
- fins i tot si la esfera amb la bola metàl·lica rodés i girés millor, això seria de difícil detecció.

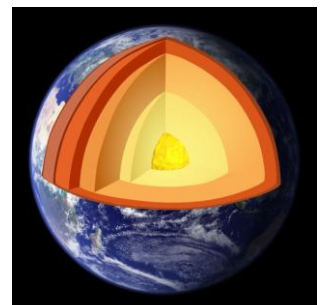
1. Quines d'aquestes idees es podrien fer servir per saber si la Terra té un nucli?

Demaneu als grups que discuteixin i pregunteu-los quines de les idees de la llista es podrien fer servir per sondejar la Terra i esbrinar si té un nucli. Les respostes són:

- clavar alguna cosa a la Terra – *això no és possible, ja que el forat més profund que mai s'ha excavat a la Terra té 12 km de profunditat, i el límit exterior del nucli es troba a uns 3000 km per sota de la superfície terrestre;*
- pesar una petita quantitat d'argila de cada esfera – *podem pesar la Terra i, d'aquesta manera, calcular que té una densitat relativa d'uns 5.5, mentre que les roques de l'escorça tenen una densitat relativa al voltant de 3. Això indicaria que hi ha alguna cosa força densa a l'interior de la Terra;*
- un imant (o un detector de magnetisme) – *aquests detectarien el camp magnètic terrestre i, per tant, hi ha d'haver alguna cosa a seu interior que el produeixi;*
- ultrasons – *tenen una freqüència massa alta per penetrar a la Terra, però els sons de baixa freqüència (també anomenats "infrasons") o les ones sísmiques travessen la Terra i proporcionen la millor evidència de la situació i característiques del nucli;*
- ressonància magnètica i rajos X – *no poden penetrar a la Terra;*
- radiacions ionitzants – *fins i tot les radiacions gamma només poden travessar uns pocs metres al formigó i, per tant, no poden penetrar a la Terra;*
- el gir de la Terra (la seva inèrcia rotacional) – *això suggereix que la Terra té un nucli dens.*

Resumiu els resultats – la millor evidència són les ones sísmiques, però les mesures de densitat, la inèrcia i el magnetisme també proporcionen informació.

El nucli Terrestre, en groc.



Fitxa tècnica

Títol: L'estructura de la Terra a partir d'esferes d'argila.

Subtítol: Una discussió sobre com la física pot servir per provar l'estructura de la Terra.

Tema: Es fa servir una sèrie de preguntes per provocar una discussió en grups d'alumnes que desenvolupi la seva comprensió de l'estructura de la Terra, l'ús de mètodes geofísics, així com les seves habilitats cognitives.

Edat dels alumnes: 14 – 18 anys

Temps necessari: 20 mins

Aprentatges dels alumnes: Els alumnes poden:

- desenvolupar hipòtesis a partir de la discussió;
- suggerir mètodes per comprovar hipòtesis;
- suggerir quins mètodes físics es podrien utilitzar per investigar l'interior de la Terra;
- descriure els mètodes que s'utilitzen per posar en evidència el nucli terrestre.

Context:

Podeu ensenyar als alumnes que la Terra té un nucli d'una forma senzilla donant-los un diagrama que mostri el nucli i demanar-los que el copiïn i se l'aprenquin. O ... podríeu afavorir una comprensió més profunda de l'evidència que la Terra té un nucli seguint les qüestions anteriors.

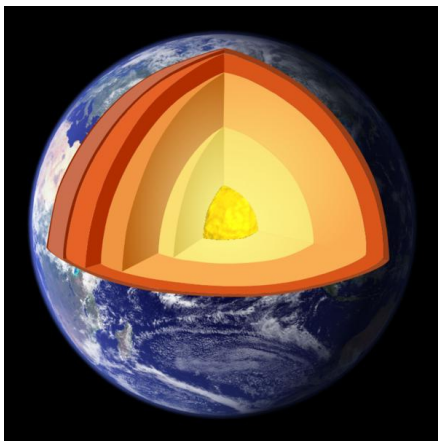


Diagrama que mostra el nucli de la Terra en groc.

El propietari del copyright d'aquesta imatge, Charles C, autoritza la seva publicació a través de Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0

Tot i que la discussió sobre les esferes d'argila requereix més temps que demanar als alumnes que dibuixin diagrames, desenvolupa una millor comprensió de l'evidència del nucli al mateix temps que desenvolupa molts aspectes de la física i millora les seves activitats cognitives.

Ampliació de l'activitat:

Es pot demanar als alumnes que trobin la densitat de la bola metàl·lica d'una forma similar a com estimem la densitat del nucli terrestre. Per fer-ho cal:

- pesar l'esfera que no conté la bola metàl·lica per trobar la seva massa;
- trobar el volum d'aquesta esfera mesurant el seu radi i usant la fórmula:

$$\text{volum d'una esfera} = \frac{4}{3} \pi r^3$$

- calcular la densitat de l'esfera i, per tant, la densitat de l'argila usant la fórmula:
densitat = massa/volum
- pesar l'esfera amb la bola metàl·lica per trobar la seva massa;
- restar les masses de les dues esferes per tal de trobar la massa addicional de l'esfera amb la bola metàl·lica;
- trobar el radi de la bola metàl·lica clavant un misto a l'esfera que la conté i restant aquesta mesura del radi de l'esfera;
- calcular el volum de la bola metàl·lica;
- calcular la densitat extra de l'esfera amb la bola metàl·lica dividint la massa addicional pel seu volum;
- afegir aquesta a la densitat de l'argila per trobar la densitat de la bola metàl·lica.

Aquests també són els principis que han permès calcular les densitats de les diferents capes de la Terra. A partir d'aquests càlculs, podem estimar que la densitat relativa del nucli varia entre 9.9 al seu límit extern i 13 al seu centre. Mentre que la densitat relativa de l'escorça és de 3, la del conjunt de la Terra és de 5,5.

Principis subjacents:

- Aquesta activitat consolida la comprensió de molts processos i característiques físics, incloent la densitat, inèrcia, magnetisme, electromagnetisme, so (ultrasons i ones sísmiques) i radiació (rajos X i ionitzants).
- La millor evidència de la posició i característiques del nucli són les ones sísmiques, tot i que les mesures de densitat, la inèrcia i el magnetisme també contribueixen amb informació útil.

Desenvolupament d'habilitats cognitives:

El desenvolupament d'hipòtesis implica construcció del coneixement, i les discussions en grup provoquen conflictes cognitius i probablement metacognició, si es demana als alumnes que escriguin els seus raonaments. La translació de les esferes d'argila a la Terra implica establir punts de coneixement.

Material:

- Un parell d'esferes d'argila o Plastilina™ per grup d'estudiants – cada esfera hauria de tenir de 2 a 3 cm de diàmetre, i una d'elles contenir una bola metàl·lica (o qualsevol altra peça de metall) al centre, que ocupi més o menys la meitat del diàmetre; per facilitar la recollida selectiva d'esferes al final de l'activitat es suggereix utilitzar argila de colors diferents per a cada tipus d'esfera.
- Un misto usat (o un escuradents o una agulla)
- Un imant potent
- Opcional, per a l'ampliació: una balança i un regle (o un peu de rei per millorar l'exactitud)

Enllaços útils:

El US Geological Survey ha publicat al seu web un llibre descarregable molt útil sobre l'estructura de la

Terra i la tectònica de plaques, anomenat “*This dynamic Earth: the story of plate tectonics*” disponible a: <http://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/dynamic.html>

investigation through discussion. *Physics Education*, 37 (6), 485 – 491”, basat al seu torn en una idea de John Reynolds i Maggie Williams, descrita a “King, C. & York, P. (1996) *Investigating the science of the Earth, SoE2: geological changes – Earth’s structure and plate tectonics*. Sheffield: Earth Science Teachers’ Association”.

Font: Basat en “King, C. (2002) The secrets of Plasticine balls and the structure of the Earth:

© 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; agrairem 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. Comuniquen-vos amb l'equip d'Earthlearningidea a: info@earthlearningidea.com