

Da una pallina d'argilla alla struttura della Terra

Discussione su come usare la fisica per indagare la struttura della Terra

Usare delle palline di argilla per porre domande-chiave

Preparare per ogni gruppo due palline di argilla delle stesse dimensioni, di cui una con al centro una sferetta metallica (come quelle dei cuscinetti a sfere). Poi porre questa serie di domande.

1. Due palline d'argilla – qual è la differenza?

Dare a ciascun gruppo di studenti le due palline e chiedere loro di usare i propri sensi per scoprire la differenza tra di esse, **senza romperle**. La maggior parte capirà che una è più pesante dell'altra.

2. Che cosa potrebbe spiegare la differenza?

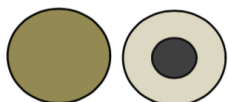
Confermare che una pallina è più pesante dell'altra. Poi chiedere a ogni gruppo il motivo di ciò. Sfidarli a suggerire almeno tre diverse idee.

Le diverse ipotesi suggerite dovrebbero comprendere:

- una delle due ha qualcosa di pesante al centro (ad es. un pezzo di metallo);
- una ha qualcosa di leggero al centro (ad es. un buco o un pezzo di polistirolo);
- una è fatta di un'argilla più pesante dell'altra.

Potrebbero anche suggerire:

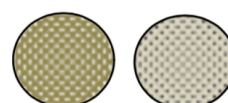
- Una pallina è gradualmente più pesante verso centro (a strati come le caramelle *gobstopper* de "La fabbrica del cioccolato" di Roald Dahl) oppure
- Una pallina è gradualmente più leggera verso il centro.



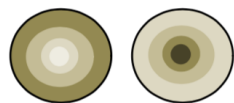
Qualcosa di pesante al centro



Qualcosa di leggero al centro



Argilla "leggera" e "pesante"



Gradualmente più leggera o più pesante

3. Come potremmo scoprire quale idea è giusta?

Sfidare ora ciascun gruppo a suggerire come si potrebbero studiare le palline **senza romperle**, per scoprire quale delle idee suggerite è giusta. Immaginare di poter usare qualsiasi strumento presente nella scuola o in città.

Le idee suggerite di solito comprendono l'uso di:

- Qualcosa da infilare in ogni pallina;
- Una piccola quantità di argilla da pesare per ogni pallina;
- Un magnete (o un sensore magnetico),
- Ultrasuoni (come per le ecografie prenatali);

- La risonanza magnetica (molti ospedali hanno un apparecchio per la risonanza magnetica; anche i metal detector usano la risonanza magnetica);
- Raggi X;
- Altre radiazioni (chiamate correttamente radiazioni ionizzanti – alfa, beta e gamma).

Alcuni possono anche suggerire di provare se ci sono differenze nel modo in cui le palline rotolano o girano su se stesse.

Suggerimenti non corretti comprendono: provare se le palline galleggiano o affondano, oppure pesarle. Queste procedure possono confermare ciò che già sappiamo – che una delle palline è più pesante dell'altra.

Le risposte alle altre idee sono:

- Qualcosa da infilare in ogni pallina – *se infili un fiammifero in ogni pallina, uno la attraverserà e l'altro si bloccherà sulla pallina metallica al centro;*
- Una piccola quantità di argilla da pesare per ogni pallina – *se si facesse questo, la densità dell'argilla sarebbe la stessa;*
- Un magnete (o un sensore magnetico); ultrasuoni; risonanza magnetica e raggi X – *tutti questi metodi scoprirebbero la pallina metallica;*
- Altre radiazioni – *i raggi alfa e beta non riuscirebbero a penetrare l'argilla, ma la pallina metallica sarebbe rilevata dai raggi gamma;*
- Anche se la pallina con la sfera metallica dovrebbe rotolare e ruotare su se stessa meglio dell'altra, di solito non si riesce a rilevarlo.

4. Quali di queste idee si potrebbero usare per scoprire se la Terra ha un nucleo?

Chiedere ai gruppi di discutere e poi suggerire quali delle idee elencate potrebbero essere usate per studiare la Terra e scoprire se ha un nucleo. Le risposte sono:

- Qualcosa da infilare nella Terra – *non è possibile, poiché il foro più profondo mai scavato nella Terra è di 12 km, mentre il confine esterno del nucleo è a circa 3000 km sotto la superficie;*
- Una piccola quantità di argilla da pesare per ogni pallina – *possiamo pesare la Terra e scoprire che ha una densità relativa di circa 5,5, mentre le rocce della crosta hanno una densità relativa intorno a 3, e ciò indica che c'è qualcosa di molto denso nelle profondità della Terra;*
- Un magnete (o un sensore magnetico) – *questi rileveranno il campo magnetico terrestre, perciò dev'esserci nelle profondità della Terra qualcosa che lo causa;*

- Ultrasuoni – *questi hanno una frequenza troppo alta per penetrare nella Terra, ma i suoni a bassa frequenza (si possono chiamare “infra-suoni”) o le onde sismiche riescono a penetrare nella Terra e forniscono la migliore prova della posizione e delle caratteristiche del nucleo;*
- Risonanza magnetica e raggi X – *non possono penetrare all’interno della Terra;*
- Altre radiazioni ionizzanti – *persino i raggi gamma possono entrare solo per pochi metri*

nel cemento, perciò non possono penetrare all’interno della Terra;

- Come la Terra ruota (la sua inerzia rotazionale) – *questo in effetti suggerisce che la Terra ha un nucleo denso.*

Riassumere quanto trovato – la migliore prova disponibile per l’esistenza del nucleo sono le onde sismiche, ma le misure di densità, l’inerzia e il campo magnetico fanno la loro parte.

Guida per l’insegnante

Titolo: Da una pallina d’argilla alla struttura della Terra

Sottotitolo: Discussione su come si può usare la fisica per indagare la struttura della Terra.

Argomento: Si pone una serie di domande per suscitare la discussione tra gli studenti, divisi in gruppi, i quali svilupperanno la loro comprensione della struttura della Terra, di come si usano alcuni metodi geofisici, sviluppando al contempo le loro abilità cognitive.

Adatto per studenti di: 14-18 anni

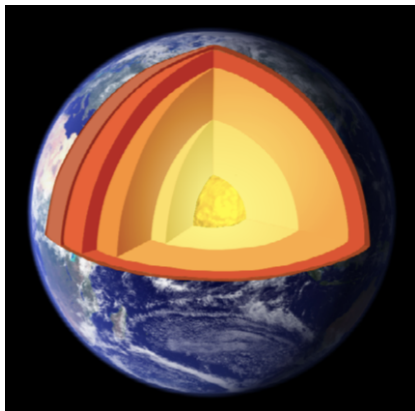
Tempo necessario per completare l’attività: 20 minuti

Abilità in uscita: Gli studenti saranno in grado di:

- sviluppare ipotesi attraverso la discussione;
- suggerire metodi per mettere alla prova le ipotesi;
- suggerire quali metodi fisici si potrebbero usare per studiare la Terra;
- descrivere i metodi usati per dimostrare l’esistenza del nucleo terrestre.

Contesto:

Si potrebbe insegnare agli studenti che la Terra ha un nucleo, dando loro una figura che mostra il nucleo e chiedendo loro di copiarla e impararla. Oppure... si può sviluppare una comprensione più profonda delle prove che la Terra ha un nucleo, seguendo la scaletta delle domande qui sopra.



Spaccato della Terra con il nucleo visualizzato in giallo.

Immagine: Charles C., su licenza Creative Commons 3.0.

Benché la discussione basata sulle palline richieda più tempo in classe che disegnare figure,

essa permette di sviluppare una comprensione molto migliore delle prove a sostegno dell’esistenza del nucleo, affrontando al contempo molti aspetti della fisica e stimolando le abilità cognitive.

Attività successive:

Si può chiedere agli studenti di trovare la densità della pallina metallica in modo simile a quello usato per stimare la densità del nucleo terrestre, per mezzo di questi passaggi:

- pesare la pallina senza “nucleo” metallico per trovare la sua massa;
- trovare il volume della pallina misurandone il raggio (r) e usando la formula:
volume della sfera = $\frac{4}{3} \pi r^3$
- calcolare la densità della pallina e quindi la densità dell’argilla usando la formula:
densità = massa/volume
- pesare la pallina con il “nucleo” metallico per trovare la sua massa;
- calcolare la differenza tra i pesi delle due palline per trovare la massa in più della pallina metallica;
- trovare il raggio della pallina metallica infilando un fiammifero nell’argilla fino a raggiungere il metallo e sottrarre questa misura dal raggio della pallina intera;
- calcolare la densità supplementare della pallina metallica, dividendo la massa supplementare della pallina metallica per il suo volume;
- aggiungere questo dato alla densità dell’argilla per calcolare la densità della pallina metallica.

Questi principi sono stati usati per calcolare la densità dei diversi strati della Terra. Da questi calcoli stimiamo che la densità relativa del nucleo vari da 9,9 al confine del nucleo esterno a 13 al centro. La crosta, invece, ha una densità relativa intorno a 3 e la Terra nel suo complesso 5,5.

Principi fondamentali:

- Quest’attività rafforza la comprensione di molti processi e caratteristiche fisici, compresi densità, inerzia, magnetismo, elettromagnetismo, suono (ultrasuoni, onde sismiche) e radiazioni (ionizzanti e raggi X).
- La miglior prova della posizione e delle caratteristiche del nucleo sono le onde

sismiche, ma le misure di densità, inerzia e magnetismo danno tutte utili informazioni.

Sviluppo delle abilità cognitive:

Lo sviluppo di ipotesi implica la costruzione, e le discussioni di gruppo permettono sicuramente di far emergere il conflitto cognitivo, e probabilmente la meta-cognizione, visto che si chiede ad alcuni studenti di descrivere il loro ragionamento. Il passaggio dalle palline di argilla alla Terra implica capacità di collegamento.

Elenco dei materiali:

- due palline di argilla (o di plastilina) per ogni gruppo di studenti – ogni pallina dovrebbe avere un diametro di 2-3 cm e una delle due dovrebbe avere al centro una pallina (o altro oggetto metallico), che occupi la metà del diametro della pallina completa; per facilitare la divisione delle palline dopo l'attività, usare un colore diverso di argilla per le palline con il "nucleo" metallico.
- un fiammifero spento (o stecchino di legno o un ago)
- un magnete forte
- facoltativo, per il lavoro extra: una bilancia e un righello (o meglio un calibro, per essere più accurati)

Link utili:

Lo US Geological Survey ha pubblicato nel suo sito web un utile libro scaricabile, sulla struttura della Terra e la tettonica delle placche, chiamato "This dynamic Earth: the story of plate tectonics", disponibile all'indirizzo:

<http://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/dynamic.html>

Fonte: Basato su 'King, C. (2002) The secrets of Plasticine balls and the structure of the Earth: investigation through discussion. *Physics Education*, 37 (6), 485 – 491', a sua volta basato su un'idea di John Reynolds e Maggie Williams, descritta in '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.'

Traduzione: è stata realizzata a cura di Giulia Realdon, PhD, in collaborazione col gruppo di ricerca sulla didattica delle Scienze della Terra UNICAMearth dell'Università di Camerino. (www.geologia.unicam.it/unicamearth). Revisione a cura di Eleonora Paris - Università di Camerino (www.geologia.unicam.it).

© **Team Earthlearningidea.** Il team Earthlearningidea (idee per insegnare le scienze della Terra) cerca di produrre ogni settimana un'idea per insegnare, con costi e materiali minimi, per formatori di insegnanti e insegnanti di Scienze della Terra, in un curriculum di geografia o scienze ai vari livelli scolastici, con una discussione online su ogni idea che ha la finalità di sviluppare un network di supporto globale. "Earthlearningidea" ha risorse limitate ed il lavoro realizzato è basato principalmente sul contributo di volontari. Il materiale originale contenuto in questa attività è soggetto a copyright ma è consentito il suo libero utilizzo per attività didattiche in classe ed in laboratorio. Il materiale contenuto in questa attività appartenente ad altri e soggetto a copyright resta in capo a questi ultimi. Qualsiasi organizzazione che desideri utilizzare questo materiale deve contattare il team Earthlearningidea. Ogni sforzo è stato fatto per localizzare e contattare i detentori di copyright del materiale incluso nelle attività per ottenere il loro permesso. Per cortesia, contattateci se, comunque, ritenete che il vostro copyright non sia stato rispettato: saranno gradite tutte le informazioni che ci potranno aiutare ad aggiornare i nostri dati. Se avete difficoltà con la leggibilità di questi documenti, per cortesia contattate il team Earthlearningidea per ulteriore aiuto.
Per contattare il team Earthlearningidea: info@earthlearningidea.com

