

La estructura de la Tierra a partir de esferas de arcilla

Una discusión sobre cómo se puede utilizar la física para probar la estructura de la Tierra

Utilizamos esferas de arcilla para hacer preguntas clave

Prepare dos esferas de arcilla del mismo tamaño para cada grupo, una de ellas con una bola de cojinete en el centro. Ahora formule esta serie de preguntas:

1. Dos esferas de arcilla – ¿cuál es la diferencia?

De a cada grupo de alumnos un par de esferas i pídale que utilicen sus sentidos para detectar la diferencia entre ellas, **sin destrozar las esferas**. La mayoría se dará cuenta muy pronto de que una pesa más que la otra.

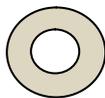
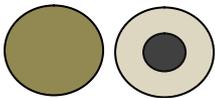
2. ¿Qué podría explicar la diferencia?

Confirme que una de las esferas es más pesada que la otra. A continuación pregunte a cada grupo por qué pasa esto. Invítelos a sugerir al menos tres ideas diferentes. Entre las hipótesis que podrían sugerir figuran las siguientes:

- una de ellas tiene una cosa pesada en el centro (por ejemplo, una pieza de metal);
- una de ellas tiene una cosa ligera en el centro (por ejemplo, un agujero o una pieza de poliestireno);
- una está hecha con una arcilla más pesada.

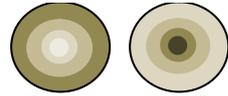
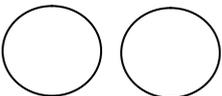
Incluso pueden sugerir:

- una de ellas se hace más densa hacia el interior (con capas como pasa en algunos caramelos); o
- una de ellas se hace más ligera hacia la periferia.



Una cosa pesada en el centro

Una cosa ligera en el centro



Arcilla "pesada" y "ligera"

Incremento o disminución de densidad

3. ¿Cómo podríamos averiguar qué idea es cierta?

Ahora pida a cada grupo que sugiera cómo podrían sondear las esferas **sin destrozarlas**, para saber cuál de las ideas sugeridas es cierta. Pueden utilizar cualquier aparato del centro o de la población.

Algunas ideas sugeridas frecuentemente incluyen:

- clavar alguna cosa en cada esfera;
- pesar un poco de arcilla de cada esfera;
- un imán (o un detector de magnetismo);
- ultrasonidos (como las ecografías de los embarazos);
- resonancia magnética (muchos hospitales disponen de aparatos de RMS; los detectores de metales también la usan);
- rayos X;
- radiación (científicamente denominada radiación ionizante – radiación alfa, beta o gamma).

Otros también pueden sugerir comprobar las diferencias en cómo giran o ruedan las esferas. Las sugerencias incorrectas suelen incluir verificar si las esferas flotan o se hunden o pesarlas. Estas solo

confirmarían aquello que ya sabemos: que una esfera pesa más que la otra.

Las respuestas a las otras ideas son:

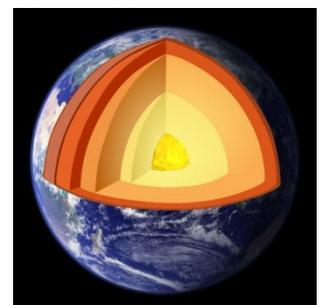
- clavar alguna cosa en cada esfera – *si clavan una cerilla en cada esfera, una la atravesará y la otra será detenida por la bola de cojinete del centro;*
- pesar una pequeña cantidad de arcilla de cada bola – *si se realiza esta prueba, la densidad de la arcilla será la misma;*
- un imán (o un detector de magnetismo); ultrasonidos; resonancia magnética y rayos X – *todos ellos detectarían la bola metálica;*
- radiación – *las radiaciones alfa y beta no atravesarían la arcilla, pero se podría detectar la bola de cojinete por radiaciones gamma;*
- incluso si la esfera con la bola de cojinete rodase y girase mejor, esto sería de difícil detección.

1. ¿Cuáles de estas ideas se podrían utilizar para saber si la Tierra tiene un núcleo?

Pida a los grupos que discutan y pregúnteles cuáles de las ideas de la lista se podrían utilizar para sondear la Tierra y averiguar si esta tiene un núcleo. Las respuestas son:

- clavar alguna cosa en la Tierra – *esto no es posible, ya que el sondeo más profundo jamás realizado en la Tierra tiene 12 km de profundidad, y el límite externo del núcleo se encuentra a unos 3000 km por debajo de la superficie;*
- pesar un poco de arcilla de cada bola – *podemos pesar la Tierra y, de esta forma, calcular que tiene una densidad relativa de unos 5.5, mientras que las rocas de la corteza tienen una densidad relativa de alrededor de 3. Esto indicaría que hay alguna cosa muy densa en el interior de la Tierra;*
- un imán (o un detector de magnetismo) – *estos detectarían el campo magnético terrestre y, por tanto, debe haber alguna cosa en su interior que lo produzca;*
- ultrasonidos – *tienen una frecuencia demasiado alta para penetrar en la Tierra, pero los sonidos de baja frecuencia (también denominados "infrasonidos") o las ondas sísmicas atraviesan la Tierra y proporcionan la mejor evidencia de la situación y características del núcleo;*
- resonancia magnética y rayos X – *no pueden penetrar en la Tierra;*
- radiaciones ionizantes – *incluso las radiaciones gamma solo pueden atravesar unos pocos metros de hormigón y, por tanto, no pueden penetrar en la Tierra;*
- el giro de la Tierra (su inercia rotacional) – *esto sugiere que la Tierra tiene un núcleo denso.*

Resuma los resultados – la mejor evidencia son las ondas sísmicas, aunque las medidas de densidad, inercia y magnetismo también proporcionan información.



El núcleo Terrestre, en amarillo.

Ficha técnica

Título: La estructura de la Tierra a partir de esferas de arcilla.

Subtítulo: Una discusión sobre cómo se puede utilizar la física para probar la estructura de la Tierra.

Tema: Se usan una serie de preguntas para provocar una discusión en grupos de alumnos que desarrolle su comprensión de la estructura de la Tierra, el uso de métodos geofísicos, así como sus habilidades cognitivas.

Edad de los alumnos: 14 – 18 años

Tiempo necesario: 20 mins

Aprendizajes de los alumnos: Los alumnos pueden:

- desarrollar hipótesis a partir de la discusión;
- sugerir métodos para comprobar hipótesis;
- sugerir qué métodos geofísicos se podrían utilizar para investigar el interior de la Tierra;
- describir los métodos geofísicos que se utilizan para poner en evidencia el núcleo terrestre.

Contexto:

Puede enseñar a los alumnos que la Tierra tiene un núcleo de una forma sencilla dándoles un diagrama que muestre el núcleo y pedirles que lo copien o se lo aprendan. O... podría favorecer una comprensión más profunda de la evidencia de que la Tierra tiene un núcleo siguiendo las preguntas anteriores.

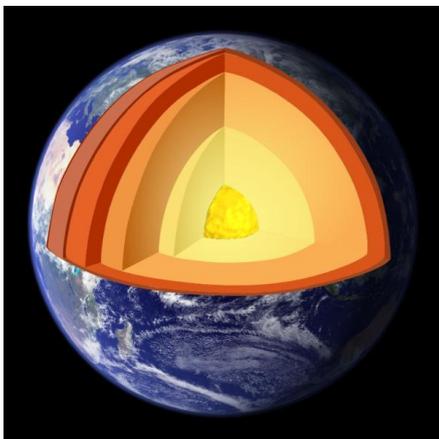


Diagrama que muestra el núcleo de la Tierra en amarillo.

El propietario del copyright de esta imagen, Charles C, autoriza su publicación a través de Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 license.

Aunque la discusión sobre las esferas de arcilla requiere más tiempo que pedir a los alumnos que dibujen diagramas, desarrolla una mejor comprensión de la evidencia del núcleo al mismo tiempo que desarrolla muchos aspectos de la física y mejora sus capacidades cognitivas.

Ampliación de la actividad:

Se puede pedir a los alumnos que calculen la densidad de la bola de cojinete de una forma similar a como estimamos la densidad del núcleo terrestre.

Para hacerlo hay que:

- pesar la esfera que no contiene la bola de cojinete para encontrar su masa;

- calcular el volumen de esta esfera midiendo su radio y usando la fórmula:
volumen de una esfera = $\frac{4}{3} \pi r^3$
- calcular la densidad de la esfera y, por tanto de la arcilla usando la fórmula:
densidad = masa/volumen
- pesar la esfera con la bola de cojinete para hallar su masa;
- restar las masas de las dos esferas para averiguar la masa adicional de la esfera con la bola metálica;
- hallar el radio de la bola metálica clavando una cerilla en la esfera que la contiene y restando esta medida del radio de la esfera;
- calcular el volumen de la esfera con la bola metálica;
- calcular la densidad extra de la esfera que contiene la bola dividiendo la masa adicional por su volumen;
- añadir esta a la densidad de la arcilla para hallar la densidad de la bola metálica.

Estos son también los principios que han permitido calcular las densidades de las diferentes capas de la Tierra. A partir de estos cálculos podemos estimar que la densidad relativa del núcleo varía entre 9,9 en su límite externo y 13 en su centro. Mientras que la densidad relativa de la corteza es de 3, la del conjunto de la Tierra es de 5,5.

Principios subyacentes

- esta actividad consolida la comprensión de muchos procesos y características físicas, incluyendo la densidad, inercia, magnetismo, electromagnetismo, sonido (ultrasonidos y ondas sísmicas) y radiación (rayos X e ionizantes).
- La mejor evidencia de la posición y características del núcleo son las ondas sísmicas, aunque las medidas de densidad, inercia y magnetismo también contribuyen con información útil.

Desarrollo de actividades cognitivas:

El desarrollo de hipótesis implica construcción de conocimiento, y las discusiones en grupo provocan conflictos cognitivos y probablemente metacognición, si se pide a los alumnos que escriban sus razonamientos. La translación de las esferas de arcilla a la Tierra implica el establecimiento de puentes de conocimiento.

Material:

- Un par de esferas de arcilla o Plastilina™ por grupo de estudiantes – cada bola debería tener de 2 a 3 cm de diámetro, y una de ellas contener una bola metálica (o cualquier otra pieza de metal) en el centro, que ocupe más o menos la mitad de su diámetro; para facilitar la recogida selectiva de esferas al final de la actividad se sugiere utilizar arcilla de colores diferentes para los dos tipos de esferas.
- Una cerilla usada (o un palillo o una aguja)
- Un imán potente
- Opcional, para la ampliación: una balanza y una regla (o un pie de rey para mejorar la exactitud)

Enlaces útiles:

El US Geological Survey ha publicado en su web un libro descargable muy útil sobre la estructura de la Tierra y la tectónica de placas, denominado “*This dynamic Earth: the story of plate tectonics*” disponible en: <http://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/dynamic.html>

Fuente: Basado en “King, C. (2002) The secrets of Plasticine balls and the structure of the Earth: investigation through discussion. *Physics Education*, 37 (6), 485 – 491”, basado a su vez en una idea de John Reynolds y Maggie Williams, descrita en “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”.

© El equipo de Earthlearningidea. El equipo de Earthlearningidea se propone presentar una idea didáctica cada semana de coste mínimo y con recursos mínimos, útil para docentes y formadores de profesores de Ciencias de la Tierra, a nivel escolar de Geología y Ciencias, juntamente con una “discusión en línea” sobre cada idea con la finalidad de desarrollar una red de apoyo. La propuesta de “Earthlearningidea” tiene escasa financiación y depende mayoritariamente del esfuerzo voluntario. Los derechos (copyright) del material original de estas actividades han sido liberados para su uso en el laboratorio o en clase. El material con derechos de terceras personas contenido en estas presentaciones sigue perteneciendo a las mismas. Cualquier organización que quiera hacer uso de este material, deberá ponerse en contacto con el equipo de Earthlearningidea. Se han hecho todos los esfuerzos posibles para localizar a las personas o instituciones que poseen los derechos de todos los materiales de estas actividades para obtener su autorización. Si cree que se ha vulnerado algún derecho suyo, póngase en contacto con nosotros; agradeceremos cualquier información que nos permita actualizar nuestros archivos. Si tiene alguna dificultad para leer estos documentos, póngase en contacto con el equipo de Earthlearningidea para obtener ayuda. Comuníquese con el equipo de Earthlearningidea en: info@earthlearningidea.com