

Bolas de plastilina: ¿cómo podemos explorar el interior de Marte?

1. Introducción & Pb

Durante los últimos siglos, muchos geocientíficos han estado trabajando para revelar la estructura interna de la Tierra. Además de observar las rocas de la superficie de la Tierra y analizarlas utilizando diferentes métodos, se ha desarrollado una amplia gama de herramientas con el fin de conocer la estructura interna de la Tierra.

En 1970, el Kola Superdeep Borehole no alcanzó la profundidad para la que había sido diseñado: perforar un agujero de 15 km de profundidad en la península de Kola (antigua URSS). Este agujero, el más profundo perforado en la Tierra, alcanzó una profundidad de 12.262 metros. Así, los geocientíficos no tienen acceso directo a ninguna roca por debajo de esta profundidad.

Una vez comprobados que los métodos directos como la perforación de la Tierra no podían proporcionar información sobre la estructura interna del conjunto de la Tierra (su radio es de unos 6.400 km), los científicos se centraron en perfeccionar los métodos indirectos que ya se habían desarrollado desde el siglo XIX. Refinar estas técnicas y hacerlas más precisas ha sido una contribución importante a nuestro conocimiento actual de la estructura interna de la Tierra, así como a los procesos dinámicos que tienen lugar en las profundidades de nuestro planeta.

Estos métodos incluyen:

- Calcular la densidad media de la Tierra conociendo su masa y volumen.
- Estudiar las ondas sísmicas que viajan a través de sus capas cada vez que se produce un terremoto en cualquier parte de la Tierra.
- Estudiar y analizar los meteoritos que caen sobre la superficie de la Tierra.
- Estudiar el campo magnético general de la Tierra y qué lo causa.
- Estudiar cómo gira la Tierra (su inercia rotacional).

2. Edad de los estudiantes De 14 a 18 año

3. Objetivos

- proponer hipótesis y discutir las con el resto de los estudiantes
- sugerir métodos para probar estas hipótesis
- sugerir cuáles de estos podría ser útil para conocer el interior de la Tierra
- sugerir cuál de estos podría ser utilizado para conocer el interior de Marte con la tecnología disponible

4. Sujetos primarios

- Ciencias de la Tierra – Física - Matemáticas

5. Temas adicionales

Tecnología

6. Tiempo requerido 30 minutos

7. Términos clave.

Estructura interna, Tierra, Marte, hipótesis científica, pruebas, sondeos, densidad, ondas sísmicas, magnetismo, esferas, meteoritos.

8. Materiales

- plastilina™ de dos colores
- cojinetes pequeños
- varios palillos de dientes
- un Magnaprobe™
- balanza (opcional)
- pie de rey (opcional)

9. Fundamento

Los estudiantes tienen que enfrentarse a un problema cuando se les dan dos bolas de arcilla del mismo tamaño pero de diferente peso. Se les pide que proporcionen hipótesis que puedan explicar el hecho de que dos esferas de igual apariencia externa (aparte de su color) tienen propiedades físicas muy diferentes (su masa y, por lo tanto, su densidad).

Luego se les pide que sugieran métodos para probar cuál es la estructura interna de ambas esferas y para decidir cuál de ellos podría ser útil para estudiar la estructura interna de un planeta como la Tierra o Marte.

10. Procedimiento

De a cada grupo de tres estudiantes dos bolas de plastilina de diferentes colores, pero del mismo tamaño y pregúntales si sienten diferencias entre las dos bolas. Se darán cuenta fácilmente de que el peso, y por lo tanto, la densidad son diferentes.



Figura 1: Dos bolas: del mismo tamaño, diferente peso. Verde más ligero, rojo más pesado
Pídale que sugieran hipótesis que puedan explicar las diferencias entre las dos esferas. Pueden proporcionar cinco soluciones diferentes:

- las dos bolas están hechas de dos tipos de plastilina con diferentes densidades
- una de las bolas tiene algo más pesado en el interior
- una de las bolas tiene algo más ligero en el interior
- la densidad de una de las bolas aumenta gradualmente hacia su interior
- la densidad de una de las bolas disminuye gradualmente hacia su interior

(La respuesta correcta es que la más pesada contiene un cojinete en su interior)



Figura 2: Las dos bolas cortadas para mostrar su estructura interna: verde, Plasticine™ pura; la roja con un cojinete en su interior .

Ahora pregúnteles cómo, con todos los aparatos y tecnologías disponibles en la Tierra, podrían probar cuál es la diferencia entre las dos bolas.

Posibles respuestas:

- ponderando las dos bolas (con una escala) y calculando su densidad
- perforarlos (con palillos de dientes, por ejemplo)
- probando su magnetismo (con una pequeña brújula)
- usando rayos X
- ultrasonidos (como el utilizado para ver embriones dentro del útero)
- resonancia electromagnética (REM) como las utilizadas en muchos hospitales
- radiación ionizadora (radiación alfa, beta o gamma)
- cómo gira la Tierra

Luego, pregunte a los estudiantes cuáles de estos métodos son adecuados para estudiar la estructura interna de la Tierra.

Posibles respuestas:

- pesando las dos bolas (con una balanza) y calculando su densidad. *Sí, los cálculos astronómicos permiten a los científicos conocer la masa de la Tierra y, conociendo el radio de la Tierra, es posible calcular el volumen y, por lo tanto, la densidad de la Tierra.*
- perforarlos (con palillos de dientes, por ejemplo). *No mucho, ya que no hemos sido capaces de perforar más de 13 km de profundidad .*
- prueba de su magnetismo (con una pequeña brújula). *Sí, hay un campo magnético general en la Tierra, relacionado con su núcleo de hierro externo (líquido) e interno (líquido). Se puede detectar con una brújula.*
- usando rayos X. *No, no pueden penetrar en la Tierra. .*
- ultrasonidos (como el utilizado para ver embriones dentro del útero). *No, no pueden penetrar en la Tierra. Sin embargo, los infrasonidos u ondas sísmicas pueden penetrar en la Tierra y proporcionar una información muy útil sobre sus capas, así como su estado físico (sólido o fluido).*
- resonancia electromagnética (RME) como las utilizadas en muchos hospitales. *No, no pueden penetrar en la Tierra.*
- radiación ionizadora (radiación alfa, beta o gamma). *No, sólo la radiación gamma puede penetrar unos metros en el hormigón.*
- cómo gira la Tierra. *Sí, la forma en que la Tierra gira sugiere un núcleo más denso dentro de ella.*

Ahora proporcione a los estudiantes dos bolas de arcilla más de diferentes colores: una más ligera que la más ligera que ya tienen (con una bola de poliestireno expandido, EPS, en su interior) y otra del mismo peso que la más pesada que ya tienen (con una barra de imán en el interior).

Pídales que los ordenen aumentando la densidad; los resultados deben ser:

1. Núcleo de EPS
2. Núcleo de Plastilina™
3. Núcleos con cojinetes de bolas e imanes (aproximadamente la misma densidad)

Ahora, pregúnteles cuál de estos cuatro debería ser el menos adecuado para servir como modelo la estructura interna de un planeta. (*Respuesta: 1 y 2, ya que generalmente, la gravedad empuja a los materiales más pesado a "hundirse" profundamente en el núcleo de los planetas.*)

Proporcioneles una pequeña brújula y pregúnteles cuál de las bolas 3 o 4 se ajusta mejor a la estructura interna de la Tierra y cuál encaja mejor con Marte. (*Respuesta: la que tiene el imán en el interior encaja mejor con el modelo de la Tierra ya que nuestro planeta tiene un campo magnético general relacionado con un núcleo exterior de hierro líquido, mientras que Marte parece tener un núcleo de hierro pero completamente sólido y, por lo tanto, no tiene campo magnético general*)

11. Discusión de los resultados y conclusiones

Los estudiantes pueden comparar las propiedades físicas tanto de la Tierra como de Marte, discutir qué métodos son los mejores para estudiarlos, cuáles están disponibles en cada planeta y comparar el grado de conocimiento sobre la estructura interna de la Tierra y Marte.

13. Actividades de ampliación

Los estudiantes pueden utilizar un buscador de Internet para investigar sobre el equipamiento de la sonda Insight que aterrizó en Marte. A partir de esta información, pueden discutir sobre cuál de los métodos sugeridos para estudiar la estructura interna de la Tierra podría aplicarse en Marte de acuerdo con este equipo.

También pueden, utilizando una balanza y un pie de rey, calcular la densidad de las cuatro esferas sabiendo que la fórmula para calcular el volumen de una esfera es:

$$V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$$

... y que la densidad (D) es:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

14. Explorar más (recursos adicionales para los maestros)

- Esta actividad se ha desarrollado a partir de la Earthlearningidea "Desde las bolas de arcilla hasta la estructura de la Tierra" en www.earthlearningidea.com.
- <https://www.nasa.gov/>. Sitio web oficial de la Administración Espacial Nacional y Aeronáutica (NASA)
- Toda la información relevante sobre InSight Mission en <https://www.nasa.gov/feature/jpl/for-insight-dust-cleanings-will-yield-new-science>.