

Boletín de Actividades (II) El interior de la Tierra

- Observa el siguiente esquema que representa las distintas denominaciones que reciben las capas internas de la Tierra, desde la superficie al centro:

(a) Escribe el nombre de las capas en los rectángulos que están en blanco.

(b) Indica el tipo de rocas y materiales de las capas que aparecen en la primera columna de la tabla.

(c) Nombra las discontinuidades que existen indicando en cada caso las capas de la Tierra que separan.

(d) ¿Cómo crees que se ha podido averiguar estas discontinuidades?

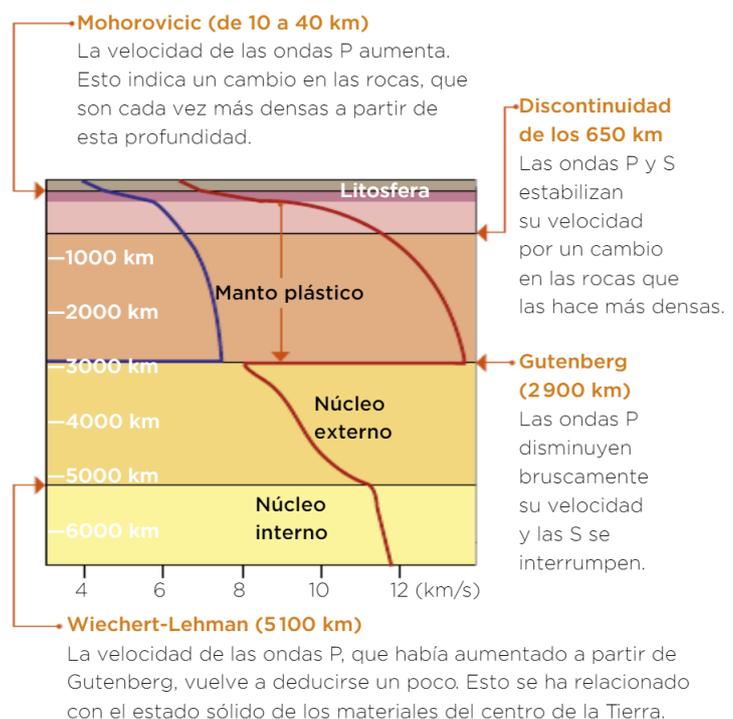
(e) ¿Cuál es la capa más fluida de la Tierra?, ¿cómo se ha podido deducir la existencia de esta capa fluida?

Corteza		
	Astenosfera	
		Manto inferior
Núcleo	Endosfera	

- En la figura de la derecha se ha representado un esquema de las discontinuidades sísmicas que has estudiado. Se pide:

(a) Busca información en internet y averigua cuál es la razón de que las discontinuidades que se detectaron mediante el método sísmico tengan esos nombres

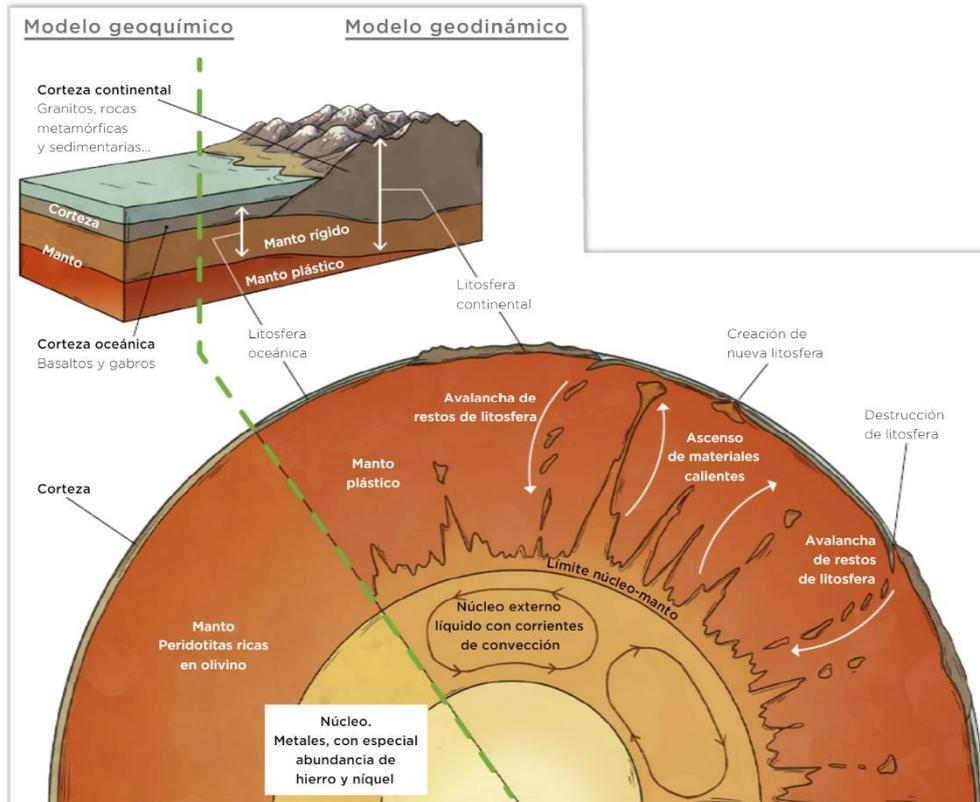
(b) ¿A qué se crees que se deben los bruscos cambios de velocidad de las ondas sísmicas que se producen a unos 2900 km de profundidad? Razona tu respuesta.
- Teniendo en cuenta los datos procedentes de los métodos de estudio del interior de la geosfera, sobre todo el método sísmico, se ha podido deducir cómo es la estructura interna de nuestro planeta. El modelo del interior terrestre, que es de capas concéntricas, tiene en cuenta dos aspectos:



- Las diferencias en la composición geoquímica de las capas, es decir, el tipo de materiales que las componen y su estado físico.
- Las diferencias en el comportamiento dinámico de las capas, es decir, si son rígidas, plásticas o fluidas, si experimentan movimientos en su seno o no, etc.

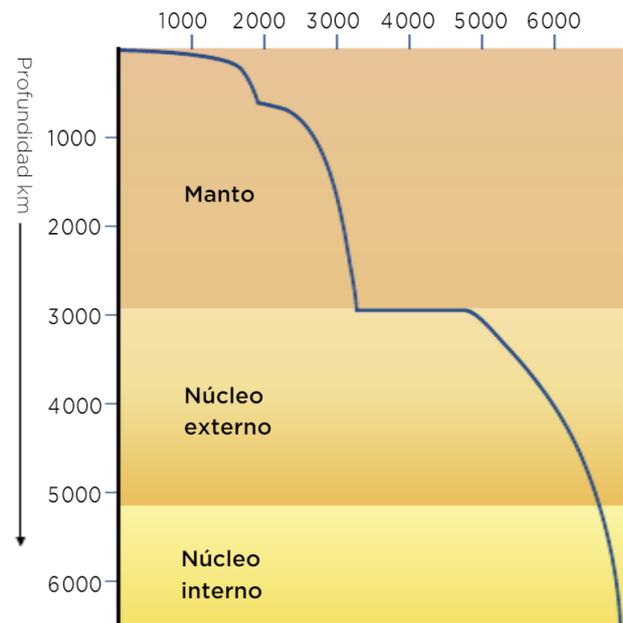
Según todo esto, el interior terrestre sería como aparece en la imagen que se muestra en la siguiente página, que aúna las divisiones geoquímicas y las dinámicas. Se pide:

- Relaciona las divisiones del interior terrestre determinadas por la composición geoquímica de las capas y las que se establecen por su comportamiento dinámico.
- ¿Por qué son posibles los movimientos de materiales en el manto si esta capa es sólida?
- ¿Por qué no es posible utilizar métodos de estudio directos para conocer la composición del núcleo?



4. En la siguiente figura se muestra el gradiente geotérmico terrestre. Se pide:
- ¿Se puede decir que la temperatura del interior terrestre aumenta con la profundidad?
 - ¿Se puede decir que este aumento se produce de forma directamente proporcional?
 - ¿A qué crees que se debe el brusco aumento de temperatura que se detecta a 3 000 km de profundidad?
 - ¿Cuál es la temperatura máxima que alcanza el interior terrestre según el gráfico?

Temperatura °C →



5. Javier le cuenta a su amiga Noemí que ha leído el libro de Julio Verne "Viaje al centro de la Tierra", y debido a que las personas no pueden penetrar hasta el centro de la Tierra como indica el libro, la única forma de saber cómo es la Tierra por dentro es hacer un sondeo que llegue al centro de la Tierra. Noemí sin embargo cree que esto no es posible y que hay otros métodos que ofrecen información sobre el interior de la Tierra. Se pide:
- ¿Crees como Javier que es posible hacer ese gran sondeo?, ¿por qué?
 - ¿Estás de acuerdo con Noemí?, ¿por qué? ¿A qué métodos se puede estar refiriendo?

1. (a) Se representa en mayúsculas y cursiva las capas internas de la Tierra que faltan en el esquema:

Corteza	<i>LITOSFERA</i>	<i>CORTEZA</i>
MANTO	Astenosfera	<i>MANTO SUPERIOR</i>
	<i>MESOSFERA</i>	Manto inferior
Núcleo	Endosfera	<i>NÚCLEO EXTERNO</i>
		<i>NÚCLEO INTERNO</i>

(b) En la corteza hay que diferenciar entre la corteza continental y la oceánica. En las dos se distinguen tres niveles. El nivel superior de los dos tipos de corteza está formado por rocas sedimentarias, en el nivel intermedio en la continental tenemos granitos y en la oceánica basaltos y en el nivel inferior en la corteza continental tenemos rocas del grupo de los gabros y en la oceánica gabros y peridotitas.

En el manto las rocas predominantes son las peridotitas y el núcleo estaría formado por hierro y níquel.

(c) Las discontinuidades más importantes son la de Mohorovicic, que separa la corteza del manto o más concretamente el nivel inferior (nivel 3) de la corteza del manto externo, la de Gutenberg que separa el manto del núcleo (manto inferior del núcleo externo) y la de Lehmann que separa el núcleo externo del interno.

(d) Fundamentalmente las discontinuidades se ponen de manifiesto por un cambio brusco en la velocidad de las ondas sísmicas lo que nos indica el cambio de rigidez de los materiales y por tanto su distinta composición.

(e) La única capa interna fluida de la Tierra es el núcleo externo y se pone manifiesto por que las ondas sísmicas S (transversales o secundarias) desaparecen ya que este tipo de ondas sólo se propagan a través de zonas sólidas. Es posible que creas que la astenosfera es una capa fluida, pero esto no es correcto; se ha indicado en la unidad nº 3 (La tectónica de placas y sus manifestaciones) que esta capa es semifluida; de hecho, algunos autores señalan que la fusión de la astenosfera sólo afectaría como máximo a un 3% de esta capa.

2. Los nombres corresponden a las personas que descubrieron esas discontinuidades. Las principales son éstas:

- Discontinuidad de Mohorovicic: Andrija Mohorovicic (1857-1936) fue un importante meteorólogo y sismólogo croata. Fue el primer científico en deducir, basándose en las diferencias de velocidad de las ondas sísmicas, la discontinuidad que separa la corteza terrestre del manto.

- Discontinuidad de los 650 km o de Repetti: William C. Repetti (1884-1966) fue un sismólogo y sacerdote estadounidense. Después de doctorarse en la Universidad de St. Louise en 1928, se incorporó como jefe de sismología al Observatorio de Manila en Filipinas, donde trabajó hasta la entrada de Estados Unidos en la Segunda Guerra Mundial en 1941. Descubrió un incremento en la velocidad de propagación de las ondas sísmicas, alrededor de los 650 km de profundidad.

- Discontinuidad de Gutenberg: Beno Gutenberg (1889-1960) fue un sismólogo alemán que, después de trabajar en distintas universidades europeas, se incorporó al Instituto Tecnológico de California (Caltech), donde desarrolló el primer catálogo moderno mundial de terremotos. Entre sus contribuciones está el establecimiento del límite entre el manto y el núcleo a 2900 km de profundidad, es decir, la estimación del diámetro del núcleo de la Tierra.

- Discontinuidad de Wiechert-Lehman:

- Inge Lehmann (1888-1993) fue una sismóloga danesa que llegó a ser la directora del Instituto Geodésico Danés durante 25 años y la presidenta de la Comisión Sismológica Europea. Su mayor logro fue descubrir el núcleo interno de la Tierra, al darse cuenta de que determinadas ondas sísmicas no podían atravesarlo por completo.

- Emil Johann Wiechert (1861-1928) fue un físico y geofísico alemán. Escribió muchos artículos científicos, incluyendo un trabajo pionero sobre cómo las ondas sísmicas se propagan a través de la Tierra. Ideó un sismógrafo mejorado y creó el campo de prospección geológica usando pequeños sismos creados artificialmente, incluyendo la presentación del primer modelo verificable de las capas de la estructura interna de la Tierra. Trabajó en la Universidad de Gotinga, donde se convirtió en el primer profesor del mundo de la especialidad de geofísica.

(b) El alumnado debería razonar que la única explicación para que las ondas sísmicas se comporten así a 2900 km de profundidad es que los materiales del interior de la Tierra a partir de esa profundidad son líquidos. Las ondas sísmicas P disminuyen su velocidad en medio líquido y las S se

interrumpen, ya que las ondas P se transmiten mejor en medios sólidos y las ondas S no se transmiten en medios líquidos.

3. (a) Vamos a resumir la información que aparece en el texto en una tabla:

ESTRUCTURA GEOQUÍMICA	ESTRUCTURA GEODINÁMICA
CORTEZA Continental: Granitos, rocas metamórficas y sedimentarias Océánica: Basaltos y gabros	LITOSFERA , formada por: Corteza Manto rígido más superficial
MANTO Peridotitas ricas en olivino	MANTO SUBLITOSFÉRICO , formado por: Manto plástico más profundo
NÚCLEO Metales, con especial abundancia de hierro y níquel	NÚCLEO EXTERNO : líquido con corrientes de convección NÚCLEO INTERNO : sólido

(b) El manto es sólido pero plástico. La plasticidad es un comportamiento mecánico característico de ciertos sólidos consistente en la capacidad de deformarse sin romperse al ser sometido a tensiones. La plasticidad del manto permite el movimiento de materiales en su interior, tanto en la vertical como en la horizontal. Por ello se producen células de convección, que son el resultado de un calentamiento generado por la radioactividad natural del núcleo y el calor remanente de su formación. Los materiales cálidos son menos densos, por lo que ascienden, mientras que los materiales fríos son más densos y, por lo tanto, se hunden, arrastrando fragmentos de litosfera consigo.

(c) Los métodos directos consisten en la toma de muestras in situ. La recogida de estas muestras se puede realizar en la superficie, en las minas o mediante sondeos y en el laboratorio se analiza la composición de la muestra, su densidad, el ordenamiento de sus cristales, etc. lo que permite clasificarla y datarla. Para ello se utilizan técnicas de análisis físico y químico y la observación con el microscopio. A medida que se profundiza, aumenta enormemente la temperatura, y la presencia de gases y acuíferos hace que se dificulte la estabilidad del pozo. No se han desarrollado medios técnicos para perforar más allá de los 12 km con seguridad y costes asumibles. Por esa razón, el núcleo, que está a mucha profundidad y por tanto a mucha presión y temperatura, es inaccesible para los métodos de estudio directos.

4. (a) Sí. La temperatura del interior terrestre aumenta con la profundidad. Este incremento se denomina **gradiente geotérmico** y es la variación de temperatura en la corteza terrestre, que aumenta con la profundidad.

(b) El valor promedio de este gradiente es de 0.5 a 0.6 °C por cada kilómetro de profundidad. Es mayor en las zonas más superficiales de la corteza, ya que

se produce un aumento de temperatura de 1 °C cada 33 metros, pero luego se ralentiza. Por tanto, no es proporcional a partir de un punto.

(c) A 3 000 km se encuentra el límite manto-núcleo, donde se conserva más cantidad del calor residual de formación del planeta y donde se concentran los elementos pesados radiactivos que, al desintegrarse, producen un aumento de la temperatura. En esa zona comienza el núcleo interno, que está compuesto por metales y otros elementos pesados.

(d) El núcleo está a unos 6 500 °C.

5. (a) No es posible realizar un sondeo que llegue al centro de la Tierra. Hasta el momento el desarrollo tecnológico permite realizar sondeos que llegan a los 14-15 km de profundidad, ya que la temperatura límite que puede soportar el material que se utiliza en ellos no puede superar los 300 °C.

(b) Efectivamente, como piensa Noemí, hay otros métodos que nos ofrece información sobre el interior de la Tierra, entre ellos el más importante es el método sísmico, ya que el estudio de las características de las ondas sísmicas nos proporciona una imagen de la estructuración en capas del interior de la Tierra.