

TEMA 2 Geosfera: estructura + minerales



ÍNDICE de CONTENIDOS

0. La Tierra como sistema
1. Estudio del interior terrestre
2. Estructura interna de la Tierra
3. Origen del Sistema Solar y la Tierra
4. Minerales

CRITERIOS de EVALUACIÓN

- 1.1. Analizar y describir conceptos y procesos biológicos y geológicos básicos [...]
- 3.2. Diseñar la experimentación, la toma de datos y el análisis de fenómenos biológicos y geológicos [...].
- 3.3. Realizar experimentos sencillos y tomar datos cuantitativos o cualitativos sobre fenómenos biológicos y geológicos [...].
- 4.1. Analizar y resolver problemas o dar explicación a procesos biológicos o geológicos sencillos, [...].
- 6.1. Valorar la importancia del paisaje como patrimonio natural [...]

Geosfera

"Capa de rocosa que envuelve a la Tierra"

Mineral

"Sustancia sólida, natural, inorgánica, de composición química definida, estructura interna y homogénea"

0 Sistema Tierra

La **Tierra** la podemos considerarla como un sistema cerrado formado por cuatro elementos relacionados entre sí y son:

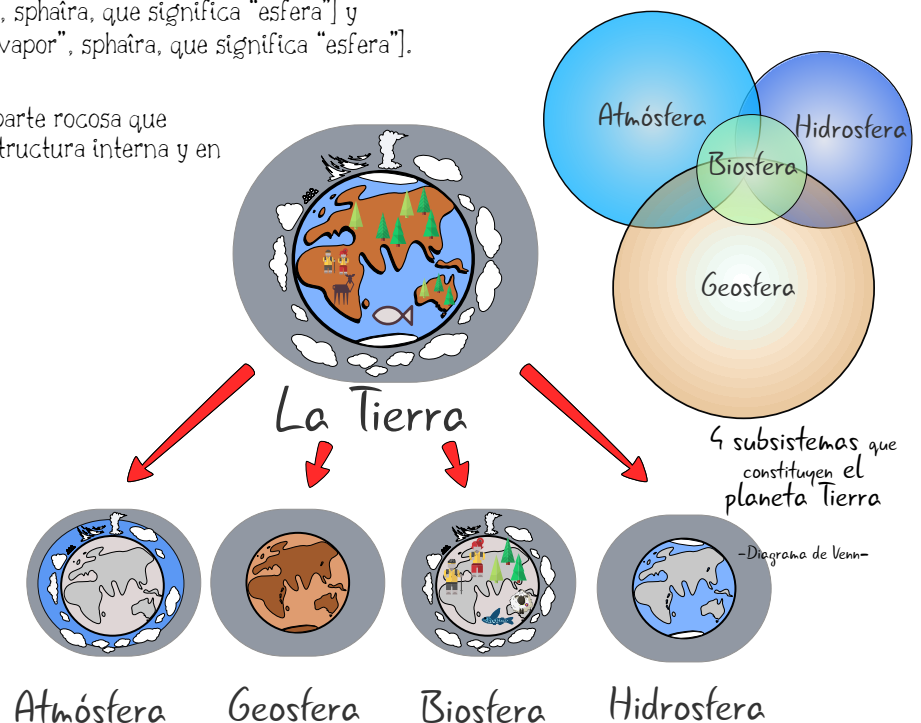
- **Geosfera** [del griego geos, que significa "tierra", sphaira, que significa "esfera"],
- **Hidrosfera** [del griego hidro, que significa "agua", sphaira, que significa "esfera"],
- **Biosfera** [del griego bio, que significa "vida", sphaira, que significa "esfera"] y
- **Atmósfera** [del griego atmós, que significa "vapor", sphaira, que significa "esfera"].

Esta idea de forma gráfica quedaría así:

En este tema estudiaremos la **geosfera**, la parte rocosa que envuelve a la Tierra. Nos centraremos en su estructura interna y en los minerales.



Geosfera



1 Estudio del interior terrestre

Métodos de estudio de la



La **geosfera** es la parte rocosa de la Tierra. Pero ¿cómo es su interior? Conocemos su estructura interna gracias a las formas en que los científicos (especialmente los geólogos y geofísicos) investigan el interior de la Tierra, que no se puede observar directamente.

Los científicos pueden estudiar directamente solo una pequeña parte de ella, gracias a afloramientos, excavaciones, minas o sondeos, como el célebre sondeo de 12 km de profundidad de la península de Kola.

Sin embargo, la mayor parte del interior terrestre permanece inaccesible, por lo que los geólogos y geofísicos utilizan también métodos indirectos para conocer su estructura.



1.1 Métodos estudio directos

Los **métodos de estudio directos** se basan en los datos obtenidos directamente de las rocas o materiales de la geosfera (= observación directa), y permiten hacernos una idea de cómo es por dentro la parte más superficial del interior terrestre.

Sin embargo, como estos métodos solo permiten estudiar una pequeña porción de la geosfera, los científicos recurren también a métodos indirectos para investigar zonas más profundas del planeta.

1.1.1 Estudios de los afloramientos



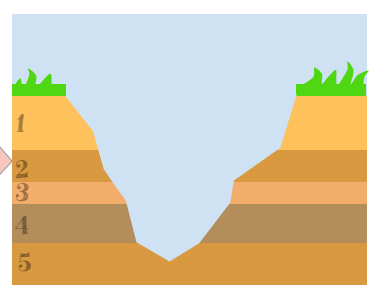
Afloramientos y sondeos

Los **afloramientos rocosos** son las rocas que antes estaban ocultas y ahora se encuentran expuestas en la superficie terrestre debido a la erosión, movimientos tectónicos o excavaciones. Nos las encontramos en áreas como acantilados, laderas abruptas, trincheras, etc.

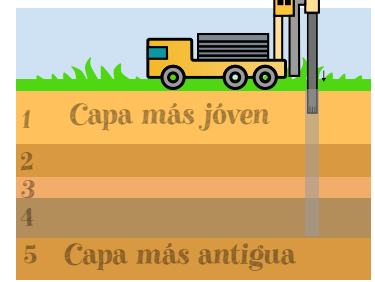
Del estudio de estos afloramientos rocosos se deduce el tipo de roca que hay en el subsuelo. Son las rocas que se encuentran expuestas en la superficie terrestre.

Los **sondeos** son perforaciones cilíndricas que se hacen en el suelo para estudiar la parte más superficial de la Tierra. En la península de Kola (Rusia), hay un sondeo de investigación de 12 km de profundidad, donde se estudia la composición y estructura de la parte superficial de la geosfera.

AFLORAMIENTOS



SONDEOS



1.1.2 Estudios de materiales volcánicos



Volcanes

El análisis de los productos expulsados por los volcanes aporta información valiosa sobre los materiales del interior terrestre.

El magma, en su ascenso, engloba rocas de zonas profundas, que quedan incluidas en él sin fundir (= xenolitos).

Así, los científicos analizan los materiales emitidos por el volcán Cumbre Vieja en La Palma, para conocer la composición y el origen del magma que brota a través de sus bocas.

1.2 Métodos estudio indirectos

Los **métodos de estudio indirectos** se basan en datos que no se obtienen de forma directa de las rocas o materiales de la geosfera, sino a través de observaciones y mediciones que permiten deducir cómo es el interior profundo del planeta

Entre los principales métodos indirectos utilizados por los científicos destacan el estudio de las ondas sísmicas, las variaciones del campo gravitatorio y magnético, el análisis del flujo de calor terrestre y la composición de los meteoritos, que permiten obtener información sobre toda la geosfera, desde las zonas más superficiales hasta las más profundas.

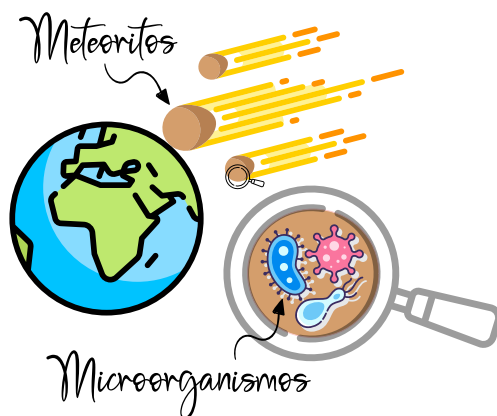
1.2.1 Estudios de los meteoritos



Meteoritos

Los meteoritos caídos sobre la Tierra se agrupan en tres categorías, según su composición: aerolitos, siderolitos y sideritos

- **Aerolitos** (abundancia del 92%). Formados por minerales silicatados donde abundan los piroxenos y olivino. distinguimos dos grupos, según su mineralogía:
 - **Acondritos** (8 % de abundancia). Se asemejan a la corteza con un 62 % piroxenos, 25 % plagioclasa. y 1 % de Fe y Ni + 9 % olivino.
 - **Condritos** (84% abundancia) Se asemejan al manto superior con un 46 % olivino, 46 % de piroxenos, 12 % de Fe y Ni y 41 % plagioclasa.
 - **Siderolitos** (2 % abundancia) Se asemejan al manto inferior con un 50 % de Fe y Ni + 50 % olivino y piroxenos y
 - **Sideritos** (6 % abundancia) Se asemejan al núcleo con un 98 % de Fe y Ni + 2 % sulfuros.
- Nos dan la edad del Sistema Solar y la Tierra



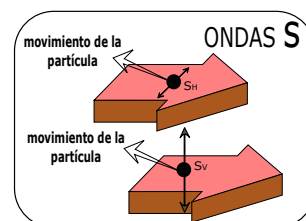
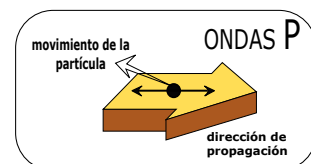
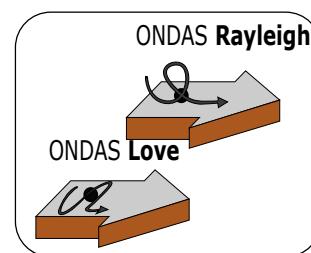
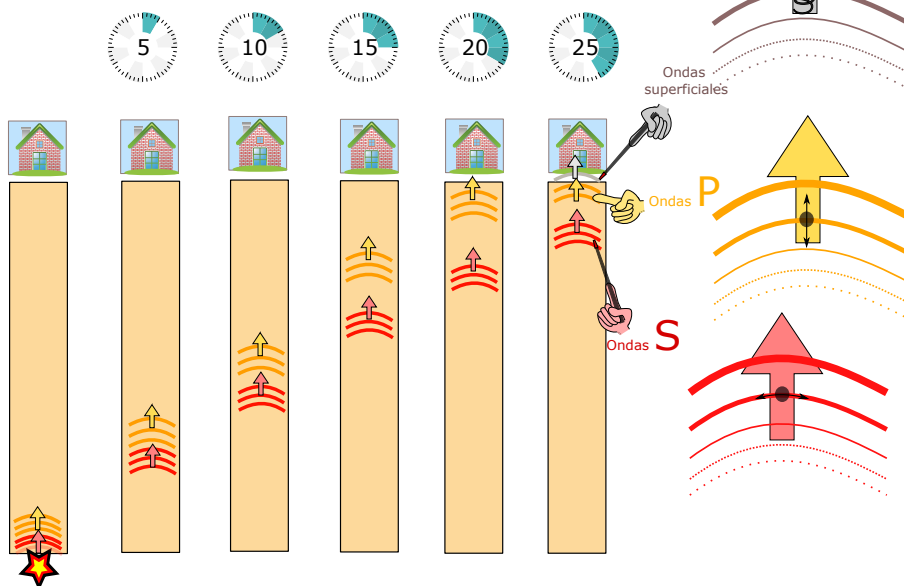
1.2.2 Estudio de ondas sísmicas



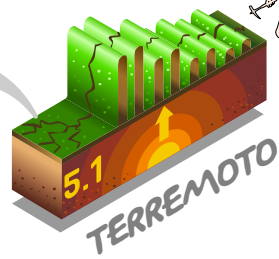
Sísmicos

El método sísmico se basa en el estudio de la **propagación de las ondas** sísmicas generadas por los terremotos o por explosiones controladas.

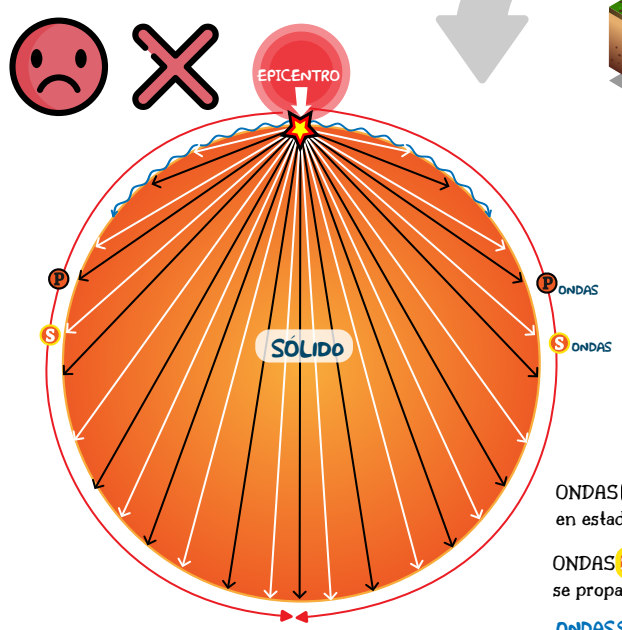
Estas ondas no avanzan en línea recta, sino que cambian de dirección al pasar de un material a otro de distinta densidad o rigidez.



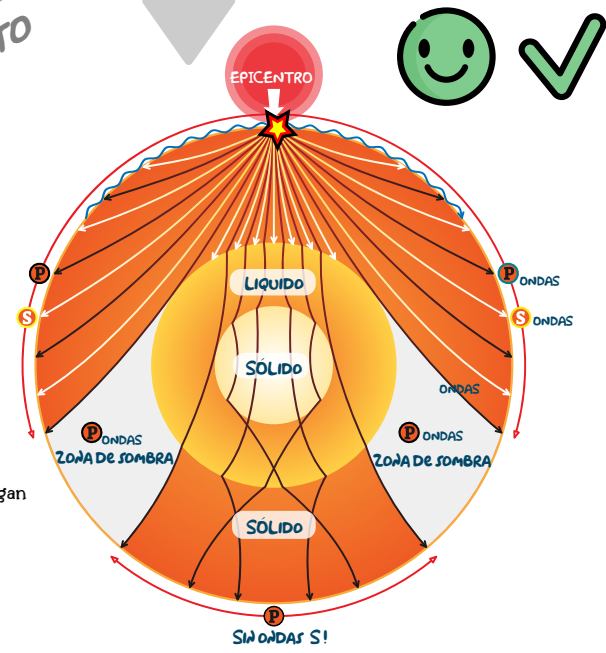
ONDAS SÍSMICAS



SI LA GEOSFERA FUESE HOMOGÉNEA (TODA SÓLIDA) LAS ONDAS SÍSMICAS SE PROPAGARÍA DE MANERA RECTA. PERO SE HA OBSERVADO QUE LOS RAYOS SIGUEN TRAYECTORIAS CURVAS



Geosfera homogénea
(= una sola capa y densidad igual)



Geosfera heterogénea
(= varias capas y densidad desigual)

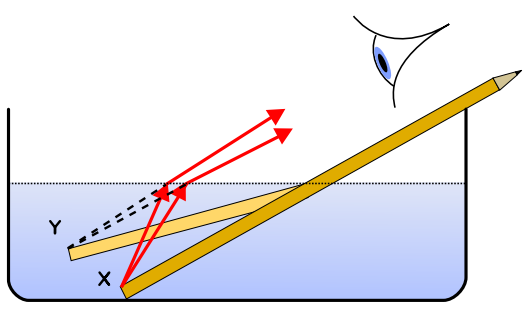
ONDAS PRIMARIAS (P) se propagan en estado líquido y sólido
ONDAS SECUNDARIAS (S) se propagan sólo en estado líquido
ONDAS SUPERFICIALES L

UNA PAJITA DENTRO DE UN VASO PARECE "DOBLARSE": LA LUZ CAMBIA DE VELOCIDAD AL ENTRAR EN EL AGUA, Y NUESTRO OJO PERCIBE LA DIRECCIÓN DESVIADA DE LOS RAYOS LUMINOSOS.

DEL MISMO MODO, LOS RAYOS SÍSMICOS SE CURVAN AL ATRAVESAR LAS DIFERENTES ZONAS DE LA GEOSFERA

OPCIÓN A) Si la velocidad aumenta con la profundidad, el rayo se desvía hacia arriba

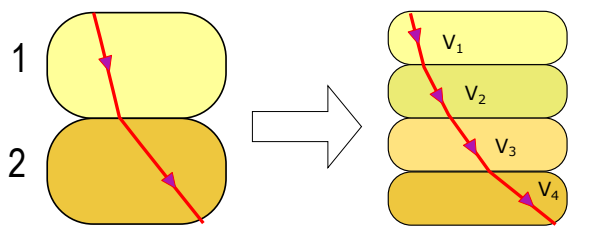
OPCIÓN B) Si la velocidad disminuye, el rayo se curva hacia abajo



OPCIÓN A)

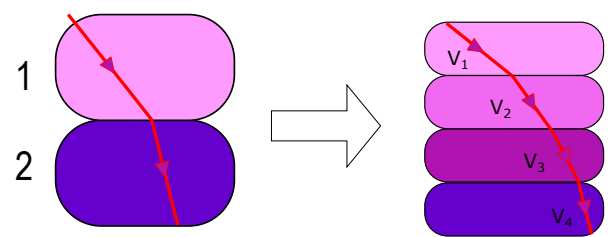
OPCIÓN B)

Velocidad en 1 < velocidad en 2



Cuando $v_1 < v_2 < v_3 < v_4$

Velocidad en 1 > velocidad en 2

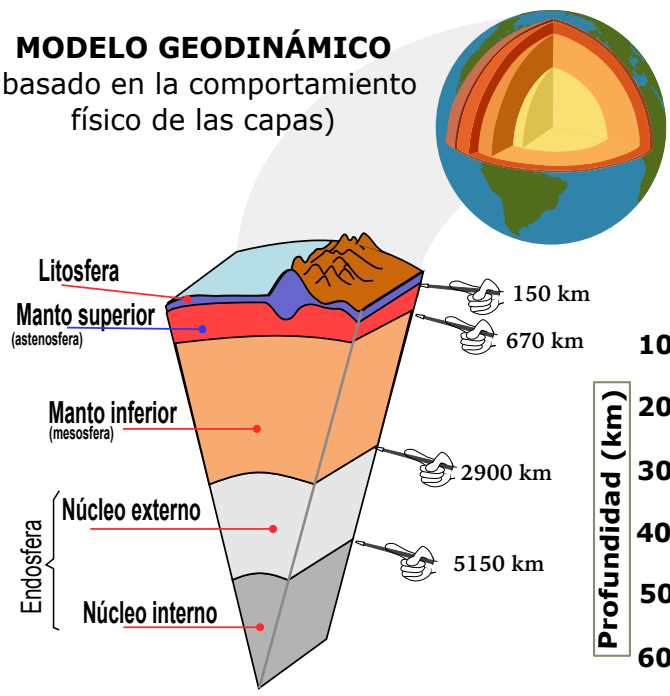


Cuando $v_1 > v_2 > v_3 > v_4$

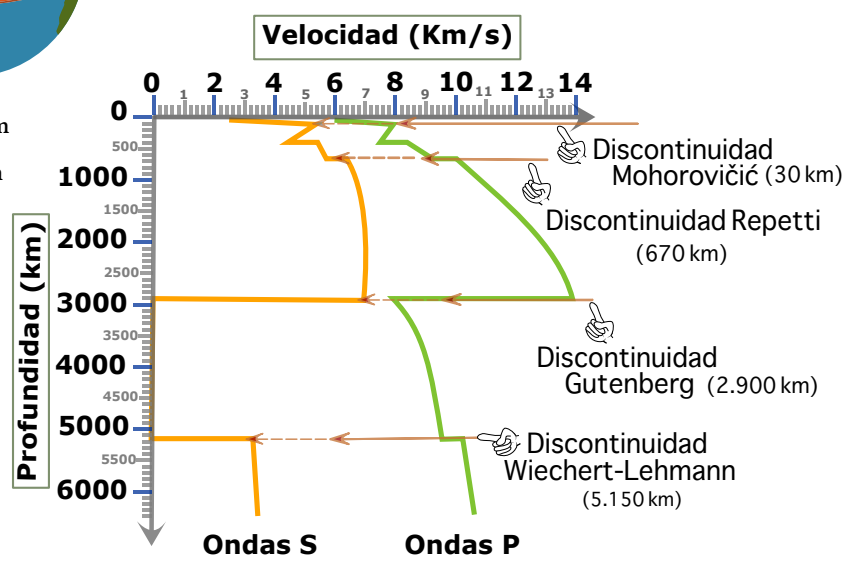
Si existen variaciones en las ondas sísmicas (en la velocidad de propagación y en la trayectoria) es porque existen variaciones en la composición o, al menos, en las características físicas de los materiales".

Si representamos las variaciones de la velocidad de las ondas sísmicas con respecto a la profundidad en un gráfico podremos visualizar rápidamente cambios bruscos de velocidad a los que llamados discontinuidades. Las cinco discontinuidades más importantes son: Mohorovičić o moho (30 km), Gutenberg (2.900 km), Repetti (670 km), Wiechert-Lehmann (5.100 km)

MODELO GEODINÁMICO (basado en la comportamiento físico de las capas)



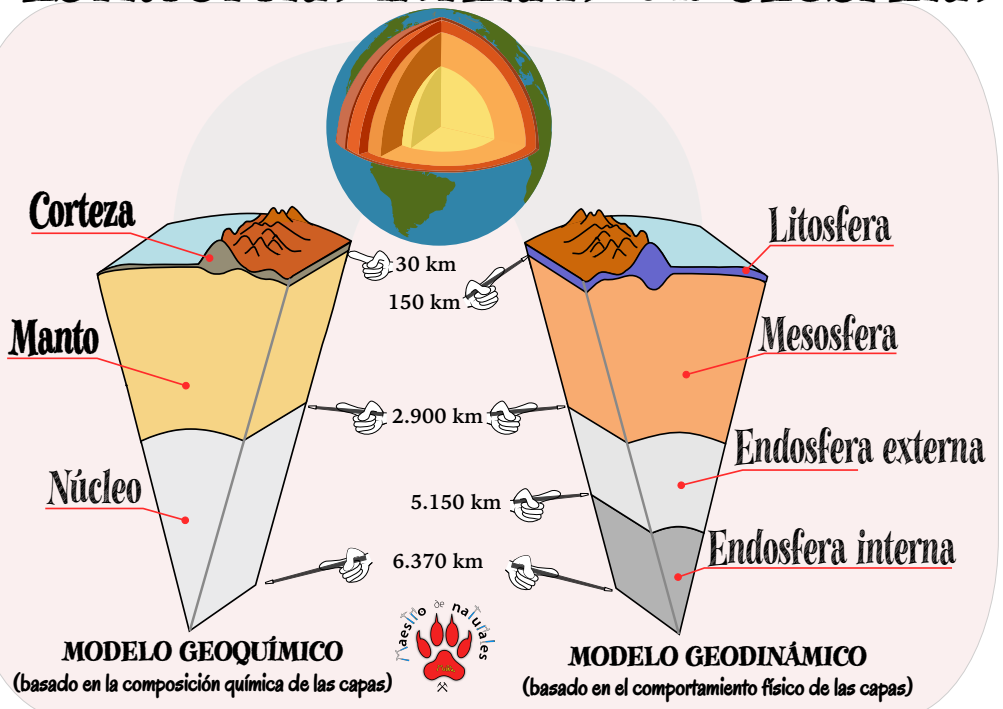
VELOCIDAD de PROPAGACIÓN de las ONDAS P y ONDAS S



2 Estructura interna de la geosfera

El interior de la geosfera se encuentra dividido por capas concéntricas (lo sabemos gracias a estudios directos como los sondeos - perforaciones a manera de pozo que alcanzan hasta los 12 kms y por estudios indirectos de ondas sísmicas). Hay dos modelos que explican el interior de la geosfera: modelo geoquímico y el modelo geodinámico.

ESTRUCTURA INTERNA de la GEOSFERA





El **modelo geoquímico** divide a la geosfera en tres capas de diferente composición química delimitadas por discontinuidades sísmicas. Estas capas, desde el exterior al interior, son: corteza, manto y núcleo

- La **corteza** (30km) es rica en silicio (Si), oxígeno (O), aluminio (Al), magnesio (Mg) y hierro (Fe).
 - **Corteza continental** (0 a 25-75 km) es la que forma los continentes, plataformas continentales y talud continental y es rica en silicio (Si), oxígeno (O), aluminio (Al), magnesio (Mg) y hierro (Fe).
 - **Corteza oceánica** (0 a 6-12 km) es la que forma el suelo oceánico y es rica en silicatos de hierro (Fe) y magnesio (Mg).
- El **manto** (30- 2.900 km) es rico en silicio (Si), oxígeno (O), magnesio (Mg) y hierro (Fe).
- El **núcleo** (2.900- 6.370 km) está formado por una aleación de 90 % hierro (Fe), un 5-10 % de níquel (Ni) y trazas de azufre (S) y oxígeno (O).



El **modelo geodinámico** divide a la geosfera en cinco capas de diferente comportamiento físico delimitadas por discontinuidades sísmicas. Estas capas, desde el exterior al interior, son: litosfera, astenosfera, mesosfera, endosfera externa y endosfera interna

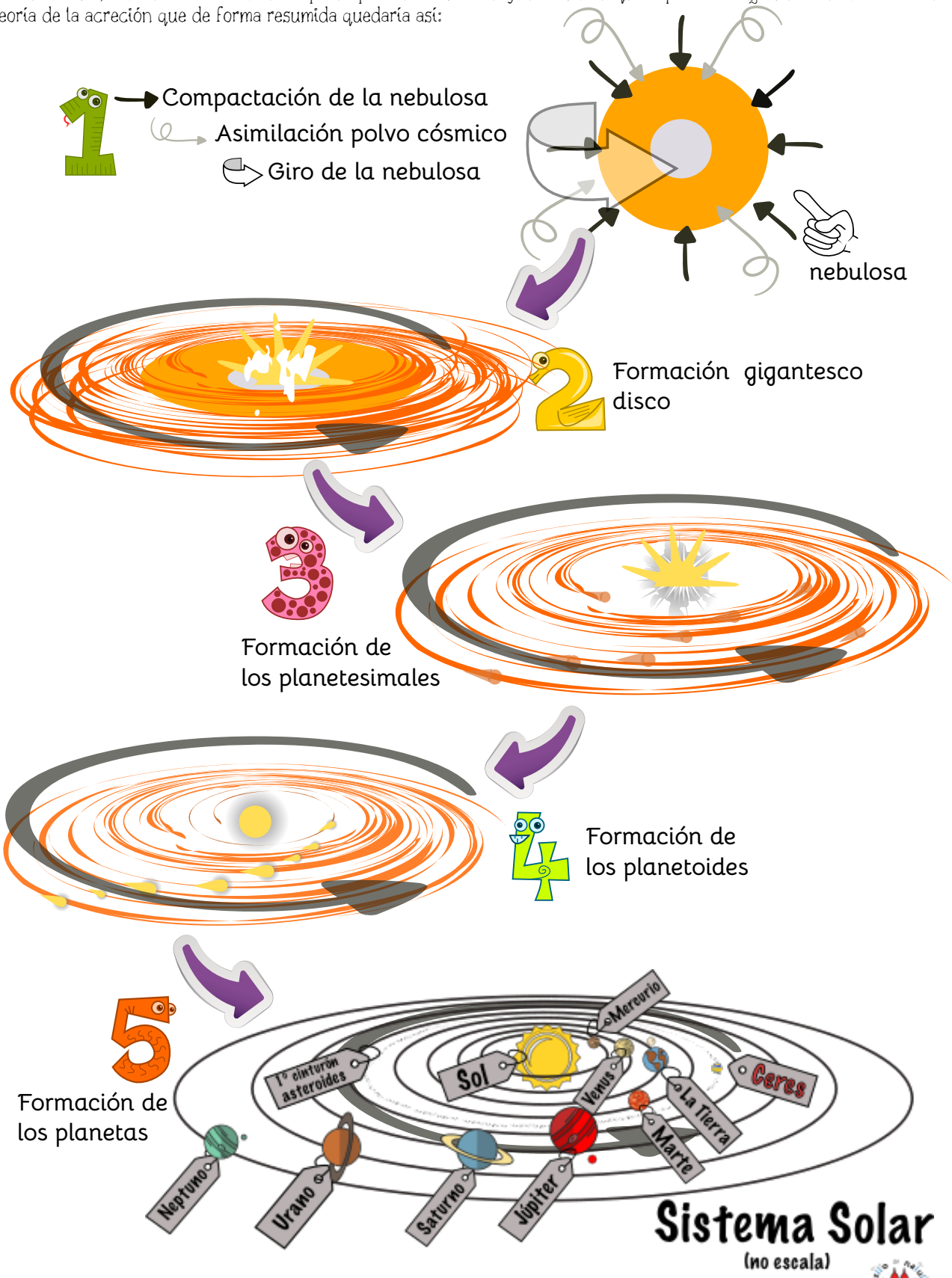
- La **litosfera** (0 a 150 Km) está constituida por materiales sólidos; por tanto, ante las fuerzas se rompen de manera frágil
 - **Litosfera continental** (0-150 Km) es la parte de los continentes, plataformas continentales y talud continental Su edad va desde 0 a 3600 m.a y se deforma más que la litosfera oceánica.
 - **Litosfera oceánica** (0 a 6-12 Km) es la que forma el suelo oceánico y Su edad va desde 0 a 180 m.a y se deforma más que la litosfera continental.
- La **astenosfera** o manto superior (150 a 670 km) es una capa semisólida donde los materiales se encuentren parcialmente fundidos o semisólidos.
- La **mesosfera** o manto inferior (670 a 2900 Km) es una capa semisólida, pero menos que la astenosfera (hay más presión). La diferencia de temperatura entre la base (2.500 °C) y el techo (3.500 °C) de la capa a dado lugar a la aparición de células convectivas que permiten intercambio térmico.
- La **endosfera externa** o núcleo externo (2900 a 5100 km) está formado por materiales fundidos de aleación de hierro y níquel. La diferencia de temperatura entre la base (2.500 °C) y el techo (3.500 °C) de la capa a dado lugar a la aparición de células convectivas que permiten intercambio térmico.
- La **endosfera interna** o núcleo interno (5100 a 6370 Km) está formado por materiales sólidos de aleación de hierro y níquel. La temperatura ronda los 6.000 °C.



3 Origen del Sistema Solar y la Tierra

3.1 Origen del Sistema Solar

Actualmente, el modelo teórico más aceptado por los científicos y astrónomos que explica el origen del Sistema Solar es la teoría de la acreción que de forma resumida quedaría así:



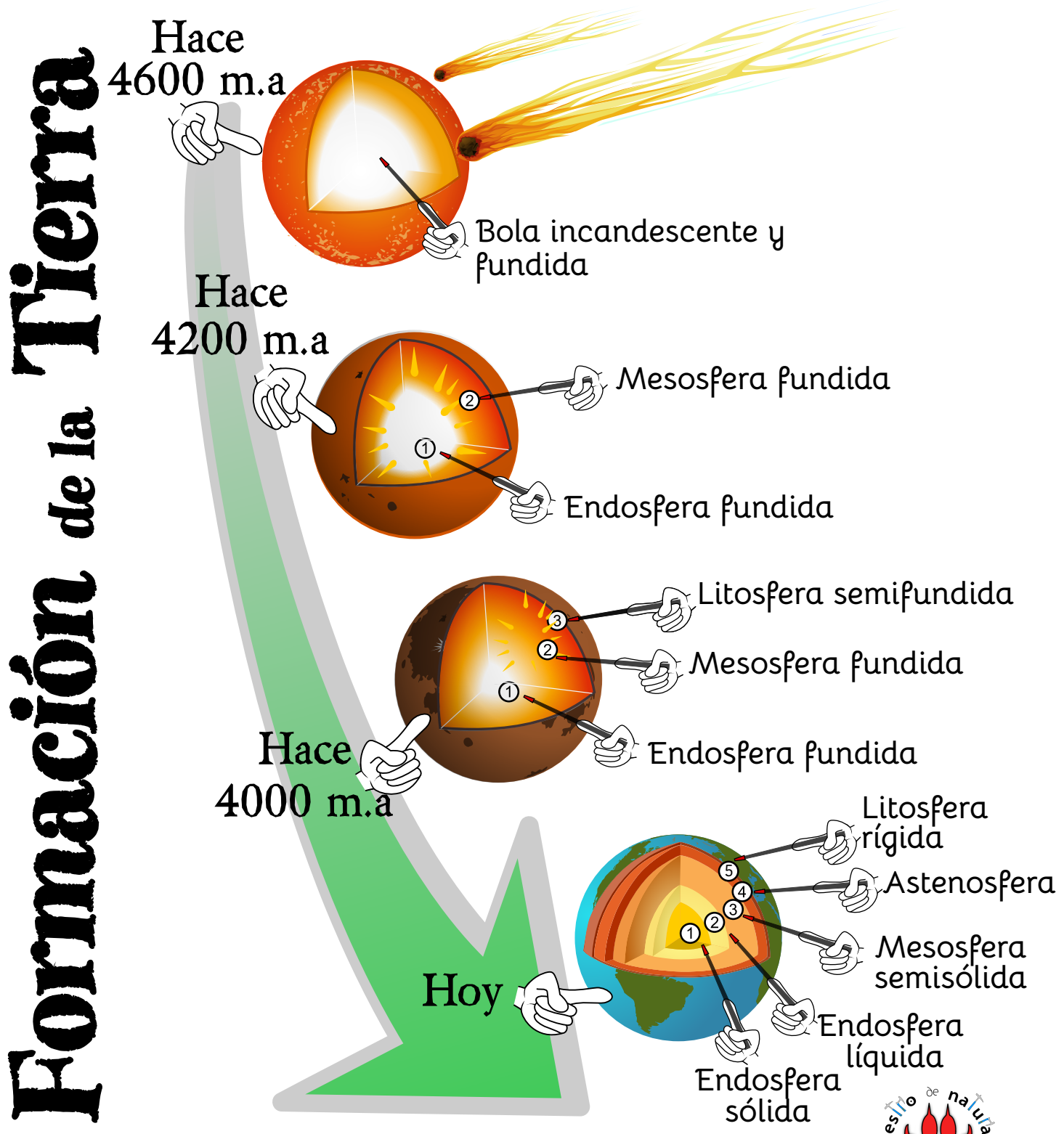
Sistema Solar
(no escala)

Formación del Sistema Solar

3.2 Origen de la Tierra

La Tierra se formó hace aproximadamente 4.600 millones de años como una bola incandescente y fundida. A medida que fue enfriándose, sus materiales se separaron según su densidad, de modo que los elementos más pesados, como el hierro y el níquel, se hundieron hacia el centro formando el núcleo, mientras que los materiales más ligeros permanecieron en las capas externas, originando la corteza y el manto.

Esta idea se conoce como la **teoría de la diferenciación**, que explica la formación de las capas internas de la Tierra. Sin embargo, se trata de una simplificación del proceso real, ya que la formación de la Tierra fue más compleja e incluyó la acreción de planetesimales, es decir, choques con otros cuerpos celestes, como el impacto que dio origen a la Luna.



4 Los minerales

Todo mineral cumple con seis requisitos. Si no los cumple, no se llama mineral. ¿Cuáles son esos requisitos?

Concepto de mineral

SÓLIDO

A temperatura ambiente, se encuentra en estado sólido.

Luego, no se consideran minerales ni el agua, ni el mercurio nativo por ser líquidos a temperatura ambiente

NATURAL

Hechos por la naturaleza; por tanto, quedan excluidas aquellos minerales sintetizados por el hombre.

INORGÁNICO

Ligados a procesos magmáticos, metamórficos y sedimentarios

Otros autores no están de acuerdo en lo de inorgánico, pues existen procesos biológicos minoritarios que forman minerales como es el caso del hidroxiapatito $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$, la concha de calcita y aragonito de los bivalvos y gasterópodos o el ópalo biogénico de las frústulas de diatomeas.

HOMOGÉNEO

Todas las partes del mineral son iguales; es decir, son uniformes

ÁTOMOS ORDENADOS en el ESPACIO

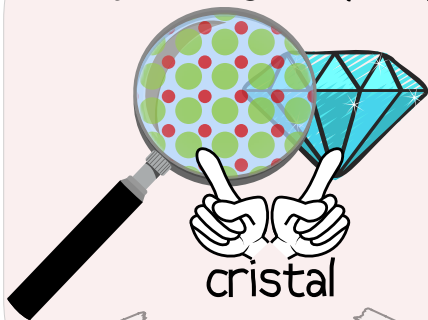
Sabemos dónde están los átomos que forman el mineral; es decir, sabemos las posiciones fijas y el orden que ocupan los átomos en el espacio.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEFINIDA

Sabemos el tipo de átomos y las proporciones de esos átomos. Luego tiene una fórmula química, pero puede oscilar dentro de unos límites.

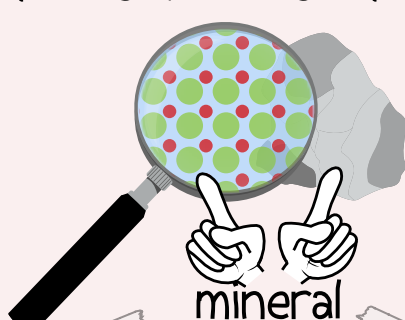
No obstante, esto no implica que no pueda tener impurezas de otros elementos químicos. Muchas de los colores de ciertos minerales se deben a este hecho. Por ejemplo, si el corindón es rojo (Al_2O_3) se llama **rubí** ($\text{Al} \rightarrow \text{Cr}$); mientras que, si el corindón es de color azul se llama **zafiro** ($\text{Al} \rightarrow \text{Ti}$).

CÓMO SE ORDENAN LOS ÁTOMOS EN EL ESPACIO



cristal

Los átomos están ordenados y además, está limitado exteriormente por caras planas poliédricas



mineral

Los átomos están ordenados, pero está limitado exteriormente por formas irregulares



materia amorfa

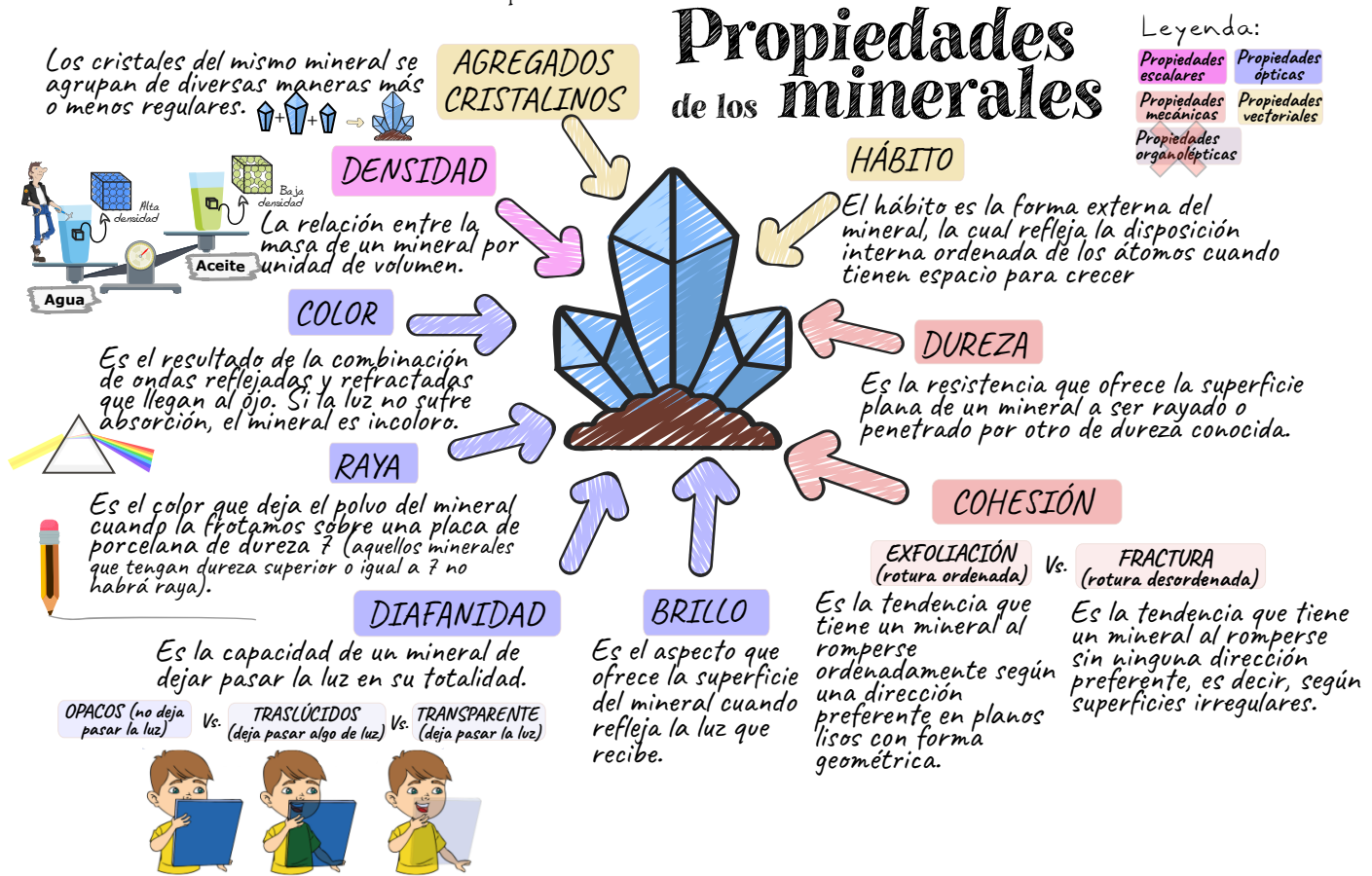
Los átomos están desordenados y está limitado exteriormente por formas irregulares

3 Ejercicio medioresuelto. Rellena los huecos para completar la definición de mineral

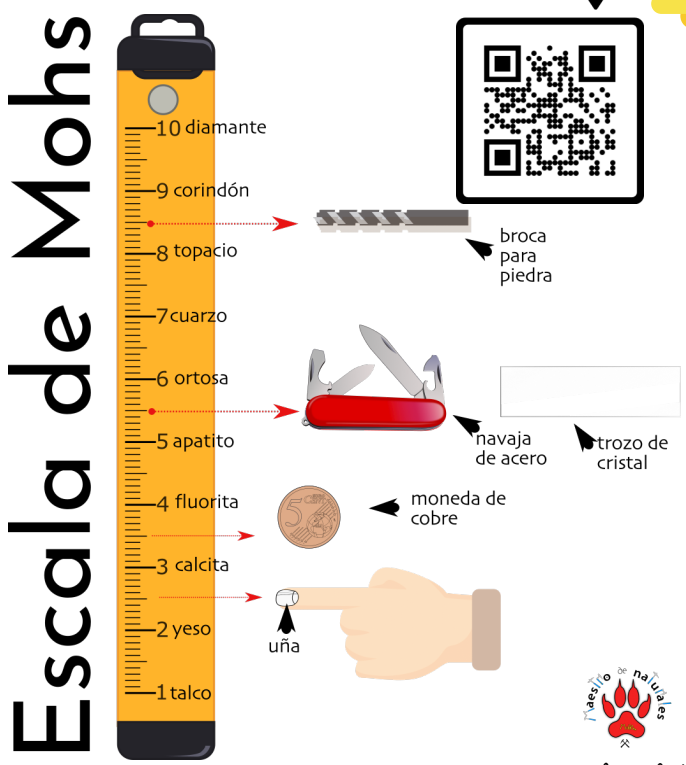
Un mineral es una sustancia , , , de , sus átomos y .

4.1 Propiedades de los minerales

Las propiedades de los minerales son las características que permiten identificar y diferenciar minerales en el laboratorio o en el campo.



La escala de dureza de Mohs sirve para medir la resistencia al rayado de un material.



4 Ejercicio medioresuelto. Observa el dibujo de la escala de Mohs y contesta a las siguientes preguntas:

a) ¿Cuál de los siguientes minerales es más duro, la ortosa o el cuarzo? Justifica tu respuesta

b) Tu uña ¿puede rayar a la calcita? Justifica tu respuesta

c) ¿Qué significa los números que hay junto a cada mineral?