

## MATERIAL: FM-30

## TIERRA Y ENTORNO

El origen de la tierra está íntimamente relacionado con el origen del Universo. Después del gran estallido (Big Bang) la fuerza desencadenada impulsó la materia, extraordinariamente densa, en todas direcciones, a una velocidad próxima a la de la luz. Con el tiempo, y a medida que se alejaban del centro y reducían su velocidad, masas de esta materia se quedaron más próximas para formar, más tarde, las galaxias. No sabemos qué ocurrió en el lugar que ahora ocupamos durante los primeros 10.000 millones de años, si hubo otros soles, otros planetas, espacio vacío o, simplemente, nada. Hacia la mitad de este periodo, o quizás antes, debió formarse una galaxia.

Según las teorías actuales se ha estimado la edad de la Tierra en 4600 millones de años. Al inicio el planeta estaba formado por una sola masa, supercontinente, llamada *pangea*. Después de unos cuantos millones de años esta masa se dividió en dos, *Laurasia* y *Gondwana* (figura 1). Luego hubo nuevas divisiones para que aparecieran los actuales continentes los cuales continúan con su movimiento.



Fig. 1

La Tierra en un comienzo era una bola incandescente, la cual fue enfriándose desplazándose de los compuestos más livianos hacia la superficie y los más densos hacia el interior como el hierro y níquel.

La parte rocosa de la superficie terrestre continuó enfriándose hasta que el vapor de agua existente en la atmósfera dio origen a las precipitaciones y con esto a la formación de los océanos y las condiciones atmosféricas han dado lugar a grandes cambios en nuestro planeta y la aparición de vida.

Al principio no tenía atmósfera, y recibía muchos impactos de meteoritos. La corteza de la Tierra sigue variando continuamente fundiéndose en el magma caliente sobre la que flota, es decir, la corteza se renueva y es difícil encontrar rocas de más de tres mil millones de años de antigüedad pero cuando se consiguen proporcionan datos muy valiosos sobre la composición primitiva de la corteza terrestre y su atmósfera.

## DESCRIPCIÓN DEL PLANETA TIERRA

DATOS SOBRE EL PLANETA TIERRA	
<b>Tamaño:</b> radio ecuatorial	6.378 km
<b>Distancia:</b> media al Sol	149.600.000 km
<b>Día:</b> período de rotación sobre el eje	23,93 horas
<b>Año:</b> órbita alrededor del Sol	365,256 días
<b>Temperatura:</b> media superficial	15 °C
<b>Gravedad:</b> superficial en el ecuador	9,78 m/s <sup>2</sup>
<b>Masa</b>	5,98 x 10 <sup>24</sup> kg

### Interior de la tierra

El interior de la Tierra consiste de roca y metal y está dividido en cuatro capas (figura 2), lo que es típico de los planetas rocosos. Las cuatro capas son:

1. **La corteza:** una capa delgada de material rocoso cuyo espesor es de aproximadamente entre 6 y 70 km. Aquí se distinguen a su vez dos divisiones corteza **continental y oceánica**.
2. **El manto:** esta capa representa aproximadamente 70% de la masa de la tierra de características muy densas constituida básicamente por material rocoso y denso.
3. **El núcleo exterior:** un núcleo fundido fluido.
4. **El núcleo interior:** de metal sólido formado preferentemente por Níquel, Hierro y Azufre.

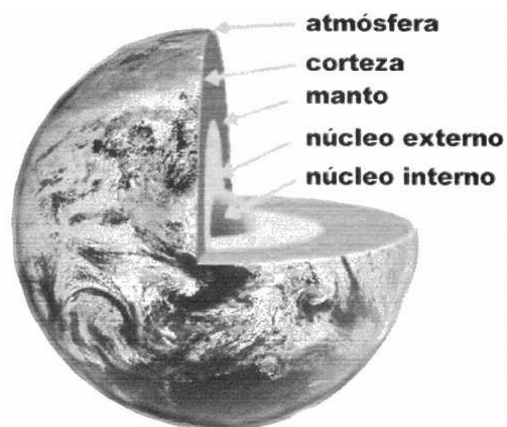


Fig. 2

La alta temperatura que alcanza el núcleo interior llega a ser mucho mayor que en la superficie del sol. A consecuencia de ese intenso calor, los materiales del núcleo exterior y del manto se desplazan (corrientes de convección) dando como resultado que las grandes placas que forman la corteza terrestre deriven lentamente en la superficie. Se presume que estas corrientes son las que originan el campo magnético terrestre, formando lo que conoce como **magnetosfera**.

La Tierra tiene un campo magnético con polos norte y sur. Este campo magnético está rodeado por la magnetosfera, la cual impide que la mayoría de las partículas del sol, transportadas en el viento solar, lleguen a la Tierra. Algunas partículas logran penetrar la magnetosfera y son las responsables de las espectaculares auroras boreales.

### **Composición de la Tierra**

La capa superficial está formada por un conjunto de rocas sedimentarias, con un grosor máximo de 20-25 km, que se forma en el fondo del mar en distintas etapas de la historia geológica. La edad más antigua de estas rocas es de hasta 3.800 millones de años. Por debajo existen rocas del tipo del granito, formadas por enfriamiento de magma. Se calcula que, bajo los sistemas montañosos, el grosor de esta capa es de más de 30 km. La tercera capa rocosa está formada por basaltos y tiene un grosor 15-20 km, con incrementos de hasta 40 km.

A diferencia de la corteza continental, la oceánica es geológicamente joven en su totalidad, con una edad máxima de 180 millones de años. Aquí también encontramos tres capas de rocas: la sedimentaria, de anchura variable, formada por las acumulaciones constantes de fragmentos de roca y organismos en los océanos; la del **basalto** de 1.5 a 2 km de grosor, mezclada con sedimentos y con rocas de la capa inferior y una tercera capa constituida por rocas del tipo del **gabro**, semejante al **basalto** en composición, pero de origen profundo, que tiene unos 5 kilómetros de grosor. Parece que la corteza oceánica se debe al enfriamiento de magma proveniente del manto superior.

### **Ejemplo**

1. De las afirmaciones siguientes sobre la estructura del planeta Tierra

- I) La corteza se divide en corteza oceánica y corteza continental.
- II) El manto representa aproximadamente el 70% de la masa del planeta.
- III) El núcleo exterior es sólido.

Es (son) correcta (s)

- A) Sólo I
- B) Sólo II
- C) Sólo III
- D) I y II
- E) I, II y III

## Tectónica de Placas

A través del tiempo, son muchas las fuerzas que hacen que la superficie de la Tierra cambie. Sin embargo, la fuerza más grande que hace que la superficie de nuestro planeta cambie, es el movimiento de la capa externa, a través del proceso de la tectónica de placas. Estas placas se forman en las dorsales oceánicas y se hunden en las zonas de subducción. En estos dos bordes, y en las zonas de roce entre placas (fallas), se producen grandes tensiones y salida de magma que originan terremotos y volcanes.

Este proceso hace que las montañas se eleven más aún y que los océanos se expandan.

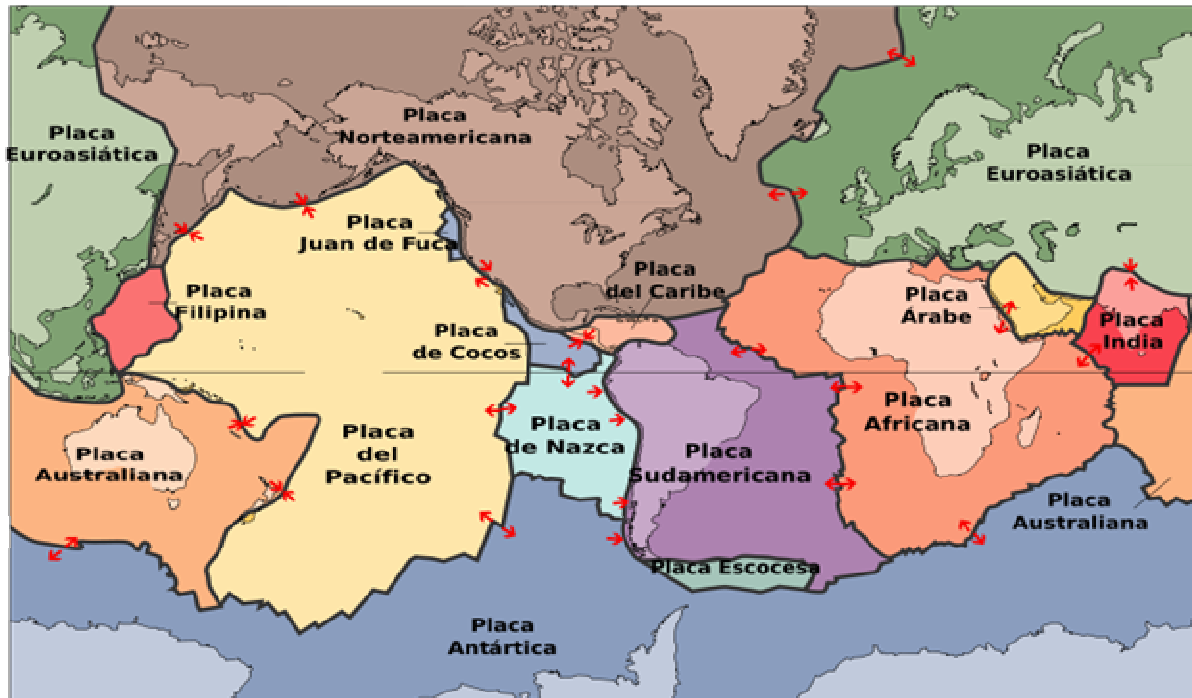


Fig. 3

Tal y como se muestra en la figura 3, la rígida capa externa de la Tierra llamada la litosfera o corteza está formada por capas que encajan entre sí al igual que un rompecabezas. Estas placas están hechas de rocas pero la roca es, por lo general, muy liviana en comparación con el denso fluido que se haya por debajo. Esto permite que las placas "floten" sobre el material más denso, que es el manto.

### Ejemplo

2. Los terremotos en Chile se deben, preponderantemente al choque de las placas

- A) Sudamericana con la Antártica.
- B) De Nazca con la Australiana.
- C) De Cocos con la de Nazca.
- D) Sudamericana con la de Nazca.
- E) De Nazca con la Antártica.

Los movimientos que se suceden muy dentro de la Tierra y llevan calor desde el interior hasta una superficie más fría hacen que las placas se muevan muy lentamente a lo largo de la superficie. Existen diferentes hipótesis para explicar exactamente cómo es que estos movimientos permiten que las placas se muevan.

**Litósfera:** capa sólida de estructura rígida de grosor aproximado de 100 km dividida en 8 grandes placas (ver figura 4) las que se encuentran sobre el manto que es un fluido más denso por lo tanto flotan moviéndose lo que explica la variación de formas de los continentes y cadenas montañosas; generándose a su vez una gran cantidad de efectos de tipo geológico como existencia de volcanes, terremotos, etc.

**Astenósfera:** es una zona menos sólida debajo de la litósfera, de alta temperatura donde se propagan las ondas sísmicas con menor velocidad dada la viscosidad que presenta.



Fig. 4

## Dinamismo del planeta

### Sismos o terremotos

Los sismos son perturbaciones súbitas en el interior de la tierra que dan origen a vibraciones o movimientos del suelo (figura 5); la causa principal y responsable de la mayoría de los sismos (grandes y pequeños) es la ruptura y fracturamiento de las rocas en las capas más exteriores de la tierra. Como resultado de un proceso gradual de acumulación de energía debido a los choques de las placas que deforman la superficie de la tierra, dando lugar a las grandes cadenas montañosas.

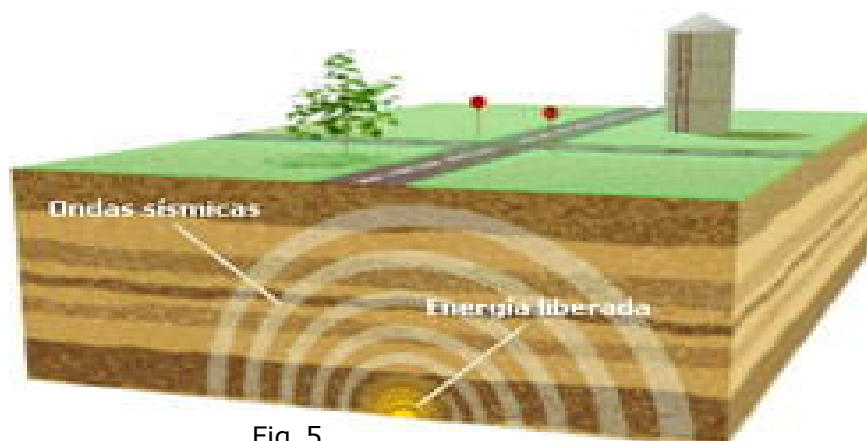


Fig. 5

En el interior de la tierra ocurre un fracturamiento súbito cuando la energía acumulada excede la resistencia de las rocas. Al ocurrir la ruptura, se propagan (en el interior de la tierra) una serie de ondas sísmicas que al llegar a la superficie sentimos como un temblor. Generalmente, los sismos ocurren en zonas de contacto de las placas de corteza terrestre que llamamos fallas geológicas. Existen también sismos menos frecuentes causados por la actividad volcánica en el interior de la tierra, y temblores artificiales ocasionados por la detonación de explosivos. El sitio donde se inicia la ruptura se llama foco o **hipocentro** y su proyección en la superficie de la tierra, **epicentro**.

El fenómeno sísmico es similar al hecho de arrojar un objeto a un estanque de agua. En ese caso, la energía liberada por el choque de dicho objeto con la superficie del agua se manifiesta como un frente de ondas, en este caso circular, que se aleja en forma concéntrica del punto donde cayó el objeto.

En forma similar, las ondas sísmicas se alejan del foco propagándose por el interior de la tierra, produciendo vibraciones en la superficie.

En el caso de la tierra existen fundamentalmente dos tipos de ondas sísmicas internas, es decir, vibraciones que se propagan en el interior de la tierra: ondas compresionales o longitudinales y ondas de corte o transversales. Las **ondas compresionales**, llamadas **P (primarias)** en la terminología sismológica, comprimen y dilatan el medio donde se propagan en una dirección de propagación del frente de ondas (ver figura 6a). Las ondas de sonido, por ejemplo, son ondas compresionales que se propagan en el aire.

El segundo tipo de ondas que se propagan en sólidos son las ondas de corte, llamadas **ondas S (secundarias)**. En este caso la deformación que sufre el sólido es en dirección perpendicular a la trayectoria del frente de ondas. La propagación de estas ondas produce un esfuerzo cortante en el medio y de ahí el nombre de ondas de corte. Estas ondas no pueden propagarse en un medio líquido (figura 6b)

La velocidad de las ondas P (primarias) es mayor que la velocidad de las ondas S (secundarias) y por esto llegan antes al epicentro.

ONDAS P

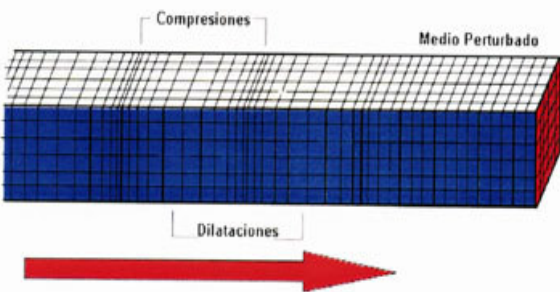


Fig. 6a

ONDAS S

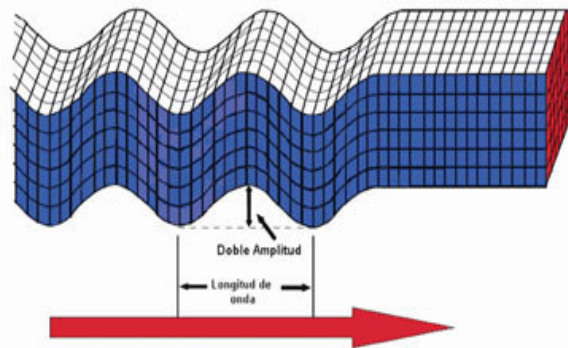


Fig. 6b

Existen también las ondas superficiales. Cuando un sólido posee una superficie libre, como la superficie de la tierra, pueden generarse ondas que viajan a lo largo de la superficie. Estas ondas tienen su máxima amplitud en la superficie libre, la cual decrece exponencialmente con la profundidad, y son conocidas como ondas de **Rayleigh** en honor al científico que predijo su existencia (ver figura 7). Una analogía de estas ondas lo constituyen las ondas que se producen en la superficie del agua.

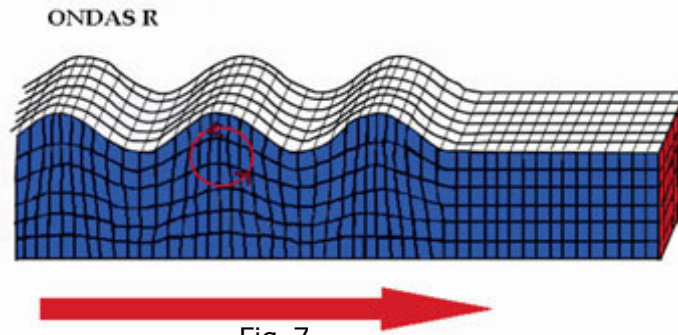


Fig. 7

Otro tipo de ondas superficiales son ondas de **Love** llamadas así en honor del científico que las estudió. Estas se generan sólo cuando el medio elástico se encuentra estratificado, situación que se cumple en nuestro planeta pues se encuentra formado por capas de diferentes características físicas y químicas. Las ondas de Love se propagan con un movimiento de las partículas, perpendicular a la dirección de propagación, como las ondas S, sólo que polarizadas en el plano de la superficie de la Tierra, es decir sólo poseen la componente horizontal a la superficie (figura 8). Las ondas de Love pueden considerarse como ondas S "atrapadas" en el medio superior. Como para las ondas de Love, la amplitud de las mismas decrece rápidamente con la profundidad. Las ondas de Love son observadas sistemáticamente sobre la superficie de la tierra pues nuestro planeta posee un estrato superficial de baja velocidad, la corteza, sobre un medio mas profundo, el manto.

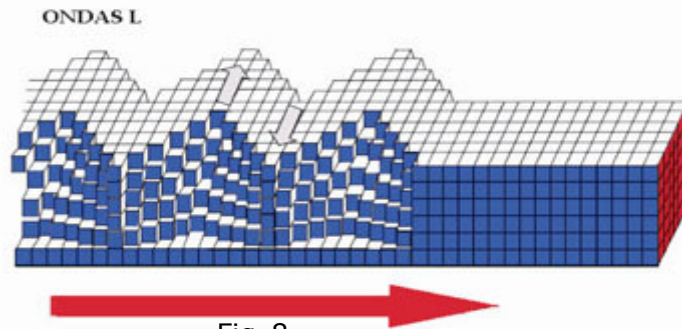


Fig. 8

**Ejemplo**

3. Respecto a las ondas sísmicas es correcto afirmar que

- I) Las ondas S son más veloces que las ondas P.
  - II) Las ondas Love y Rayleigh son superficiales.
  - III) Las ondas P se propagan se pueden propagar en el vacío.
- A) Sólo I
  - B) Sólo II
  - C) Sólo III
  - D) I y II
  - E) Ninguna

## Escalas sísmicas

Las intensidades de los sismos se miden en dos escalas: la de Richter y la de Mercalli.

**Escala Richter:** Se expresa en número arábigos. Representa la energía sísmica liberada en cada terremoto y se basa en el registro sismográfico. Asocia la magnitud del terremoto con la amplitud de la onda sísmica y es una escala que crece en forma potencial o semilogarítmica. Una magnitud 4 no es el doble de 2, si no que es 100 veces mayor.

Magnitud	Efecto
Menos de 3.5	Generalmente no se siente pero es registrado.
3.5 - 5.4	A menudo se siente, pero solo causa daños menores
5.5 - 6.0	Ocasiona daños ligeros a edificios.
6.1 - 6.9	Puede ocasionar daños severos en áreas muy pobladas.
7.0 - 7.9	Terremoto mayor, causa graves daños.
8 o mayor	Gran terremoto; destrucción total de comunidades cercanas.

### Nota:

Esta escala es "abierta", de modo que no hay un límite máximo teórico, salvo el dado por la energía total acumulada en cada placa, lo que sería una limitación de la Tierra y no de la Escala.

**Escala de Mercalli:** Se expresa en números romanos. Esta escala es proporcional, de modo que una intensidad de IV es el doble de una de II. No se basa en los registros sismográficos sino en el efecto o daño producido en las estructuras y en la sensación percibida por la gente. Para establecer la intensidad se recurre a la revisión de registros históricos, entrevistas a la gente, noticias de los diarios públicos y personales, etc.

Magnitud	Efectos
I	Sacudida imperceptible.
II	Sacudida perceptible en pisos altos de edificios.
III	Vibración parecida a la producida por el paso de un vehículo pesado.
IV	Vibración de vajillas, vidrios de ventanas y puertas.
V	Sacudida que todos sienten; caen objetos inestables.
VI	Genera gran temor; se mueven los muebles pesados, daños ligeros.
VII	Se aprecia desde vehículos en movimiento; la gente huye al exterior.
VIII	Derrumbes parciales en edificios ordinarios; los muebles se vuelcan.
IX	Grandes daños en edificios sólidos; el terreno se agrieta notablemente.
X	Derrumbe de paredes y cimientos; se tuercen las vías del ferrocarril.
XI	Casi ninguna estructura queda en pie.
XII	Destrucción total.



Valdivia fue afectada por el famoso terremoto de 1960, es la ciudad donde se registró aquella tristemente célebre intensidad record de XI a XII en Escala de Mercalli y 9,5 en Escala Richter. Simplemente el mayor movimiento telúrico jamás registrado.

El epicentro se localizó a 39.5° de Latitud Sur y a 74.5° de Longitud Oeste. El hipocentro se ubicó a 60 km de profundidad. 2.000 personas murieron (4.000 a 5.000 en toda la región), 3.000 resultaron heridas y más de 2 millones quedaron damnificadas a causa de este desastre. Los ríos cambiaron su curso. Nuevos lagos nacieron. Las montañas se movieron. La geografía, como nunca se había visto, se modificó marcadamente. En los minutos posteriores un Tsunami arrasó lo poco que quedaba en pie. El mar se recogió por algunos minutos y luego una gran ola se levantó destruyendo a su paso casas, animales, puentes, botes y, por supuesto, muchas vidas humanas. Algunas naves fueron a quedar a kilómetros del mar, río arriba.

## Volcanes

Un volcán es un fenómeno geológico en el que predomina el material en estado incandescente a elevadas temperaturas. Para que surja un volcán es necesaria la presencia de una grieta o abertura por donde el magma (rocas fundidas cargadas con gases) procedente del interior de la Tierra sea lanzado a la superficie bajo la forma de corriente de lava, o bien, como nubes de gases o cenizas volcánicas, cuando esto ocurre se generan sismos.

El magma puede llegar a la superficie a través de largas fisuras; al salir al exterior recibe el nombre de lava. Las erupciones inyectan grandes cantidades de polvo y dióxido de azufre en forma de gas hacia la atmósfera donde se transforman en aerosoles manteniéndose por varios años y expandiéndose por todo el mundo, esta nube de polvo y ceniza impide el paso de la radiación solar, provocando una disminución global de la temperatura, la lava volcánica y sus desechos inundan parte de los suelos creando nuevos suelos ricos en alimentos para las plantas que son arrastradas por las lluvias.

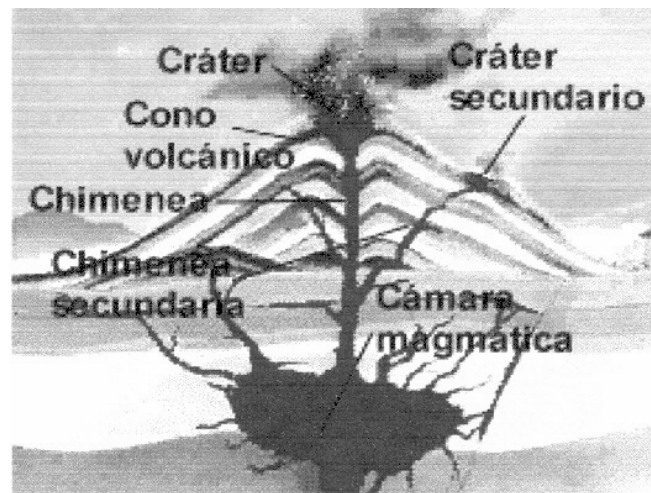


Fig. 9

## Ejemplo

4. Respecto a las escalas para medir los terremotos es **incorrecto** que

- I) La escala de Richter mide la energía liberada por el sismo.
- II) La escala de Mercalli tiene una base matemática.
- III) La escala de Mercalli toma en cuenta el daño producido.

- A) Sólo I
- B) Sólo II
- C) Sólo III
- D) I y III
- E) I, II y III

## La Atmósfera

Es la capa gaseosa que envuelve algunos planetas y otros cuerpos celestes. En nuestro planeta, la atmósfera terrestre está conformada por una mezcla de gases (aire) formada por nitrógeno (78%), oxígeno (21%), gases inertes, hidrógeno, dióxido de carbono y vapor de agua.

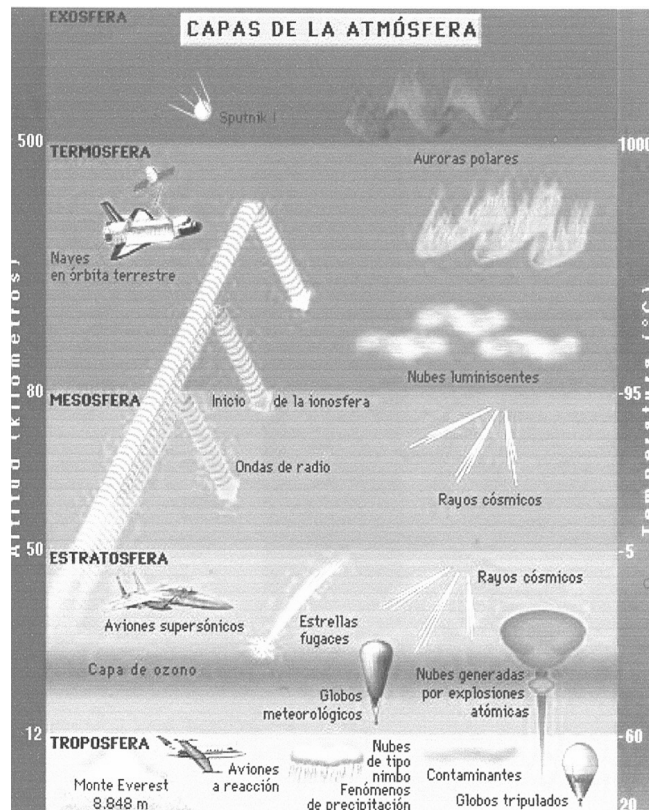


Fig. 10

**Troposfera:** Es la capa inferior, en ella se producen los fenómenos meteorológicos, en ella se contiene un 70% del peso total de la atmósfera.

**Estratosfera:** Su característica principal es la ausencia de vapor de agua y una temperatura bastante homogénea (entre  $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ); aquí se encuentra la capa de ozono, de vital importancia en la absorción de las radiaciones ultravioleta, ya que, si llegaran directamente a la superficie terrestre, destruirían todo vestigio de vida en ella.

**Mesosfera:** Esta capa se extiende desde, aproximadamente, 50 km hasta los 80 km, y está caracterizada por un decremento de las temperaturas, alcanzado los  $-75\text{ }^{\circ}\text{C}$  a una altitud de 80 km.

**Termosfera:** Se producen disociaciones moleculares que provocan temperaturas muy elevadas, de 1.000 a 1.500  $^{\circ}\text{C}$ . A estas altitudes extremas las moléculas de gas se encuentran ampliamente separadas.

**Exosfera:** Como su nombre indica, es la región atmosférica más distante de la superficie terrestre. Su límite superior se localiza a altitudes que alcanzan los 960 e incluso 1000 km, y está relativamente indefinida. Es la zona de tránsito entre la atmósfera terrestre y el espacio interplanetario.

## La Ionosfera

Es el nombre con que se designa una o varias capas de aire ionizado en la atmósfera que se extienden desde una altura de casi 80 km sobre la superficie terrestre hasta 640 km o más. A estas distancias, el aire está enrarecido en extremo, presenta una densidad cercana a la del gas de un tubo de vacío. Cuando las partículas de la atmósfera experimentan una ionización por radiación ultravioleta, tienden a permanecer ionizadas debido a las mínimas colisiones que se producen entre los iones.

La ionosfera ejerce una gran influencia sobre la propagación de las señales de radio. Una parte de la energía radiada por un transmisor hacia la ionosfera es absorbida por el aire ionizado y otra es refractada, o desviada, de nuevo hacia la superficie de la Tierra. Este último efecto permite la recepción de señales de radio a distancias mucho mayores de lo que sería posible con ondas que viajan por la superficie terrestre

La ionosfera contiene algunas capas, indicadas con las letras D, E, F1 y F2, las cuales tienen una gran importancia para las transmisiones radio, porque reflejan las ondas cortas y por lo tanto pueden permitir las conexiones de un continente a otro.

La ionosfera también es sede de espectaculares fenómenos conocidos como Auroras polares, que se deben a la excitación producida en las partículas de esta capa atmosférica por el Viento solar.

## EL UNIVERSO

### Formación de los planetas

Los planetas se formaron hace unos 4.500 millones de años, al mismo tiempo que el Sol. Después del gran estallido (Big Bang), unos cuantos años después, los materiales ligeros que no se quedaron en el Sol se alejaron más que los pesados. En la nube de gas y polvo original, que giraba en espirales, había zonas más densas, *proyectos* de planetas. La gravedad y las colisiones llevaron más materia a estas zonas y el movimiento rotatorio las redondeó. Después, los materiales y las fuerzas de cada planeta se fueron reajustando, y todavía lo hacen. Los planetas y todo el Sistema Solar continúan cambiando de aspecto. Sin prisa, pero sin pausa.

Planetas	Radio ecuatorial	Distancia al Sol (km.)	Lunas	Periodo de Rotación	Órbita	Inclinación del eje
Mercurio	2.440 km	57.910.000	0	58,6 días	87,97 días	0°
Venus	6.052 km	108.200.000	0	-243 días	224,7 días	177,36 °
La Tierra	6.378 km	149.600.000	1	23,93 horas	365,256 días	23,45 °
Marte	3.397 km	227.940.000	2	24,62 horas	686,98 días	25,19 °
Júpiter	71.492 km	778.330.000	16	9,84 horas	11,86 años	3,13 °
Saturno	60.268 km	1.429.400.000	18	10,23 horas	29,46 años	25,33 °
Urano	25.559 km	2.870.990.000	15	17,9 horas	84,01 años	97,86 °
Neptuno	24.746 km	4.504.300.000	8	16,11 horas	164,8 años	28,31 °

### El nuevo Sistema Solar

El 26 de Agosto del 2006 fue aprobada por la XXVI Asamblea General de la UAI (Unidad Astronómica Internacional) en Praga, incluye ocho "planetas": Mercurio, Venus, la Tierra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, y Neptuno; tres "planetas enanos": Ceres, Plutón, y 2003 UB313; y miles de "objetos menores". En la figura 11 los tamaños de los planetas están a escala para ser comparados entre sí, pero las distancias no lo están.



Fig. 11

## Leyes de Kepler

Las **leyes de Kepler** fueron enunciadas por Johannes Kepler para explicar el movimiento de los planetas en sus órbitas alrededor del Sol. Aunque él no las enunció en el mismo orden, en la actualidad las leyes se numeran como sigue:

**Primera Ley** (1609): Todos los planetas se desplazan alrededor del Sol describiendo órbitas *elípticas*, estando el Sol situado en uno de los focos (figura 12).

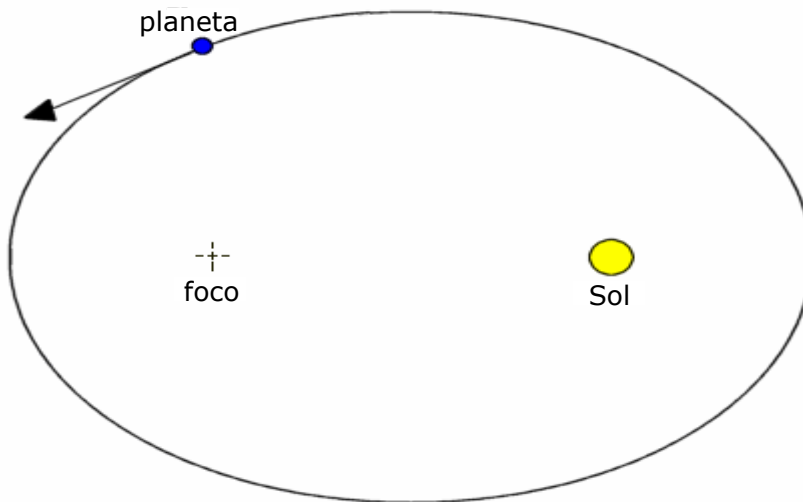


Fig. 12

**Segunda Ley** (1609): El vector posición que une el planeta y el Sol, barre áreas iguales en tiempos iguales (figura 13).

La ley de las áreas es equivalente a la conservación del momento angular, es decir, cuando el planeta está más alejado del Sol (afelio) su velocidad es menor que cuando está más cercano al Sol (perihelio).

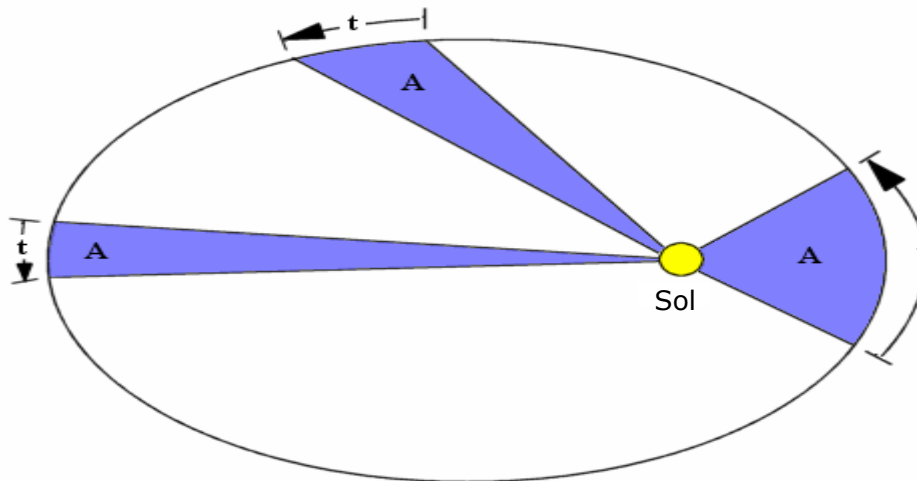


Fig. 13

**Tercera Ley** (1618): Para cualquier planeta, el cuadrado de su período orbital (tiempo que tarda en dar una vuelta alrededor del Sol) es directamente proporcional al cubo del radio medio con el Sol.

$$T^2 = K \cdot R^3$$

K es una constante de proporcionalidad y el radio medio (R) para una órbita elíptica equivale al semieje mayor (figura 14).

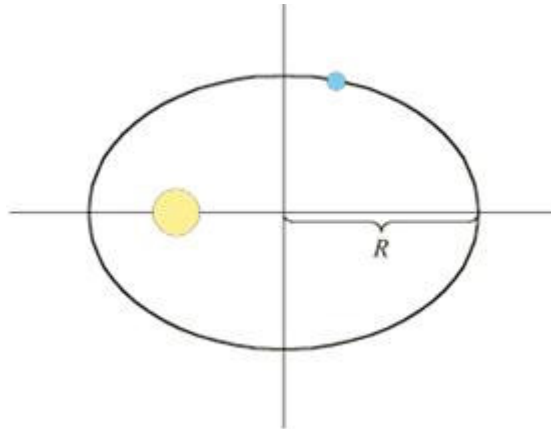


Fig. 14

### La ley de Newton sobre la gravitación universal.

La ley formulada por Newton y que recibe el nombre de ley de la gravitación universal, afirma que la fuerza de atracción que experimentan dos cuerpos dotados de masa es directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa (ley de la inversa del cuadrado de la distancia). La ley incluye una constante de proporcionalidad (G) que recibe el nombre de constante de la gravitación universal y cuyo valor, determinado mediante experimentos muy precisos, es de:  $6,670 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ .

$$F = G \frac{M_1 \cdot M_2}{d^2}$$

### Ejemplo:

5. Los planetas del sistema solar tienen órbitas elípticas según lo demostrado por Kepler. Al respecto es **falso** que

- I) Los planetas se mueven más rápido cuando están más lejos del Sol.
- II) Para todos los planetas, un foco de la órbita está ocupado por el Sol.
- III) El afelio es el punto más cercano de la órbita de un planeta con el Sol.

- A) Sólo I
- B) Sólo II
- C) Sólo III
- D) I y II
- E) I y III

## Movimientos de la Tierra

### a) Movimiento de rotación

La Tierra da vueltas sobre sí misma alrededor de un eje de rotación imaginario que pasa por los polos. La rotación terrestre es de oeste a este y tarda 24 horas -el llamado día sideral- en dar una vuelta completa. Este movimiento de rotación es el responsable de la repetición regular del día y la noche, según suceda que el punto en cuestión esté en la cara enfrentada al sol o en la resguardada.

### b) Movimiento de traslación

El otro movimiento principal de la Tierra es el de traslación alrededor del sol. En este movimiento sigue un recorrido (órbita) en forma de elipse casi circular. Prácticamente en el centro de la elipse se encuentra el sol y al plano que la contiene se le llama plano de la **eclíptica**. Dar una vuelta completa alrededor del sol le cuesta a la Tierra 365,2422 días. Las estaciones están provocadas porque el eje de rotación de la Tierra no es perpendicular respecto al plano de la **eclíptica**, sino que tiene una inclinación de  $23^{\circ} 27'$ .

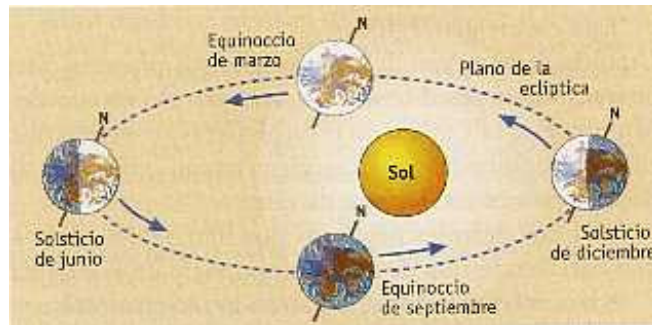


Fig. 15

### c) Movimiento de precesión

El movimiento de precesión, también denominado precesión de los equinoccios, es debido a que la Tierra no es esférica sino un elipsoide achatado por los polos. Si la Tierra fuera totalmente esférica sólo realizaría los movimientos anteriormente descritos. Se puede considerar este movimiento como un lento balanceo durante el movimiento de traslación pero en sentido contrario a las agujas del reloj. Este balanceo produce que el eje terrestre dibuje un cono de  $47^{\circ}$  de abertura con vértice en el centro de la Tierra. Una vuelta completa de precesión dura 25.767 años, ciclo que se denomina año platónico y cuya duración había sido estimada por los antiguos Mayas.

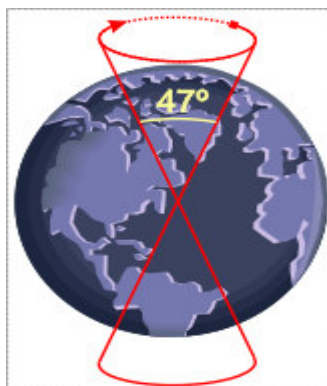


Fig. 16

## Las mareas

Las **mareas** son otro fenómeno provocado por la Luna con gran influencia en los seres vivos. Se deben a la atracción gravitatoria que la masa del satélite ejerce sobre la masa de agua de los océanos.

Las mareas oceánicas son fenómenos muy complejos. Son distintas en diferentes lugares del mundo, no sólo porque tienen mayores o menores diferencias de altitud entre las bajas y las altas, sino también porque cambia la periodicidad. En la mayor parte de las costas del océano Atlántico en un día hay dos mareas altas y dos bajas; pero en otros lugares la periodicidad es distinta. Los periodos y la altura que alcanzan dependen de varios componentes mezclados. La principal fuerza que levanta las mareas es la Luna, con un periodo (tiempo entre dos altas) de 12 horas 24 minutos, que es la mitad de lo que tarda la Tierra en rotar respecto a la línea que une la Tierra a la Luna.

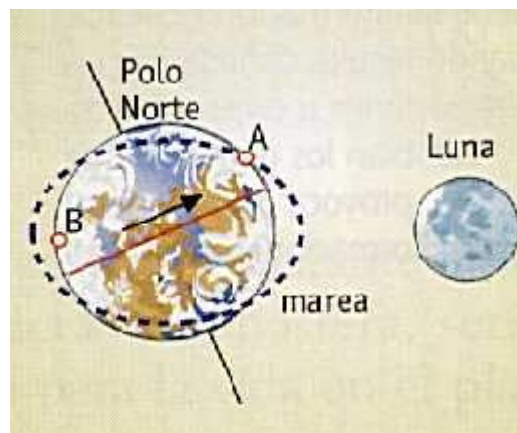


Fig. 17

Otro componente de las mareas es la atracción ejercida por el Sol. Su periodo es de 23 horas y su intensidad entre el 20 y el 30% de la lunar. Se han identificado otros muchos componentes, aunque el lunar y el solar son los principales. De la conjunción de todos ellos se origina la marea real en cada lugar y tiempo.

## La Luna

Aunque se han averiguado muchas cosas sobre la Luna antes de la edad espacial, esta nueva era ha revelado muchos secretos difícilmente imaginables antes de esta época. El conocimiento actual de la Luna es mayor que el del resto de los objetos del Sistema Solar exceptuando la Tierra. El cielo lunar es siempre negro debido a que la difracción de la luz requiere la presencia de una atmósfera.



**¿Cómo se formó la Luna?** La Tierra tiene un satélite natural propio, La Luna. Diversas teorías explican cómo ocurrió. Es conocida la idea de que hace 4.5 millones de años algunos objetos grandes golpearon la Tierra y arrojaron materiales que se juntaron en su órbita alrededor de ésta. Las piezas chocaron entre sí repetidamente, se amalgamaron y se fundieron para finalmente enfriarse y convertirse en la Luna. Con el transcurso del tiempo ésta se ha ido separando de la Tierra como consecuencia de las mismas fuerzas de atracción que provocan las mareas en los mares de nuestro planeta.

Estas regiones se conocen como maria (singular, mare) o mares. Mare Imbrium (Mar de Lluvias), por ejemplo, es una depresión de mil kilómetros de ancho, rodeada de montañas, que se formó hace unos 3,9 millones de años y que más tarde se anegó de lava. Las suaves superficies volcánicas de todos los mares presentan nuevos cráteres no muy profundos, consecuencia de impactos más recientes.

El período de **rotación** de la Luna es precisamente igual a su período de **revolución** sobre la Tierra (27,3 días). La Luna guarda el mismo lado que enfrenta la Tierra en todo momento. Esta condición en que el giro de un cuerpo es precisamente igual a (o sincronizado) su revolución alrededor de otro cuerpo, es conocido como **órbita sincrónica**. El hecho que la Luna está en una órbita sincrónica alrededor de la Tierra es una consecuencia inevitable de la interacción gravitatoria entre estos dos cuerpos.

### Las fases de la Luna.

El cambio de la posición de la Luna con respecto del Sol da lugar a las fases de la Luna (nueva, cuarto creciente, Luna llena y cuarto menguante). Se suceden conforme nuestro satélite va recorriendo su órbita (ver figura 18).



Fig. 18

### Ejemplo

6. Respecto a la gravedad en la superficie lunar
- A) es ligeramente mayor que la gravedad terrestre.
  - B) es mucho mayor que la terrestre.
  - C) es aproximadamente la sexta parte de la terrestre.
  - D) no existe.
  - E) existe sólo en el lado oscuro.

## Los eclipses de Luna

Un eclipse de Luna se produce cuando la Luna pasa por el cono de sombra de la Tierra, estando los dos astros alineados con el Sol (figura 19).

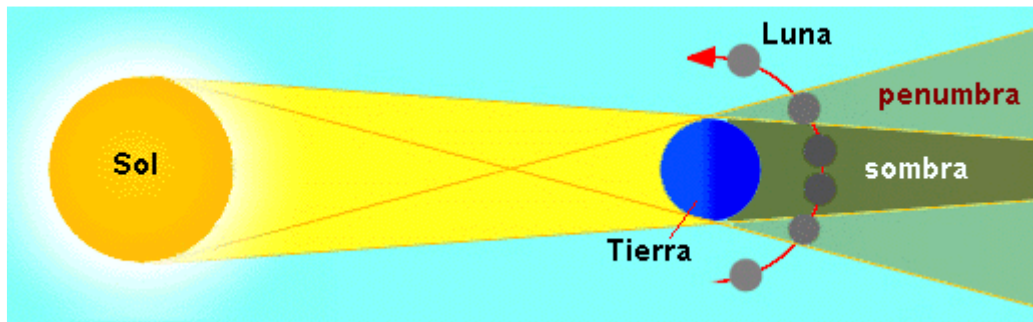


Fig. 19

En principio debería de haber un eclipse en cada plenilunio (todos los meses), pero no es así debido a que la órbita lunar está inclinada respecto al plano de la eclíptica, por lo que normalmente, en cada luna llena nuestro satélite se encuentra un poco por encima o por debajo del plano de la órbita terrestre, por lo que sólo se producen de uno a dos eclipses cada año.

## Los eclipses de Sol

Un eclipse de Sol ocurre cuando la Tierra pasa a través de la sombra de la Luna. Un eclipse total de Sol ocurre cuando la Luna está directamente entre el Sol y la Tierra (figura 20). Cuando ocurre un Eclipse total de Sol, la sombra de la Luna cubre solamente una pequeña parte de la Tierra, donde el eclipse es visible. Mientras la Luna se mueve en su órbita, la posición de la sombra cambia, de modo que los eclipses totales de Sol usualmente duran un minuto o dos en un lugar determinado.

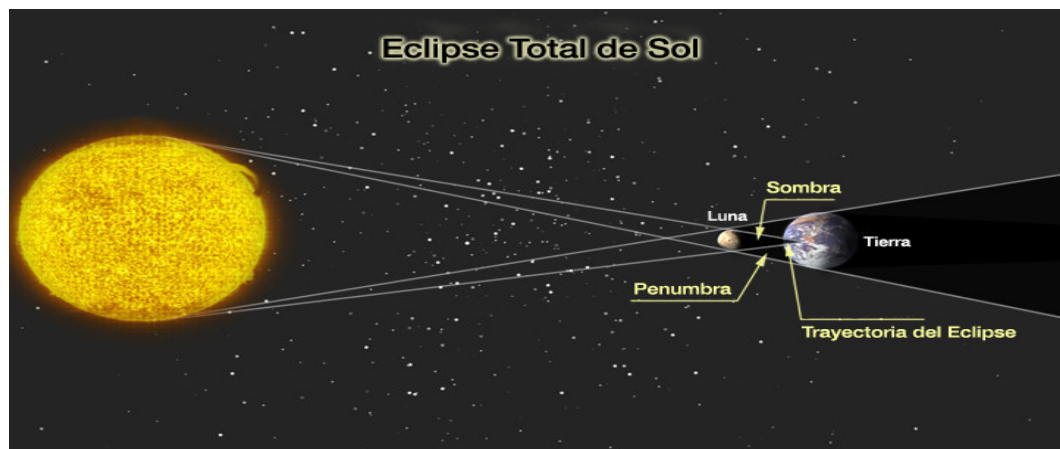


Fig. 20

## Las estrellas

Son masas de gases, principalmente hidrógeno y helio, que emiten luz. Se encuentran a temperaturas muy elevadas. En su interior hay reacciones nucleares. Vemos las estrellas, excepto el Sol, como puntos luminosos muy pequeños, y sólo de noche, porque están a enormes distancias de nosotros.

## Constelación

Es una agrupación de estrellas cuya posición en el cielo nocturno es aparentemente tan cercana que las civilizaciones antiguas decidieron conectarlas mediante líneas imaginarias, trazando así figuras sobre la bóveda celeste. Se acostumbra a separar las constelaciones en dos grupos, dependiendo del hemisferio celeste donde se encuentren: las constelaciones septentrionales son aquellas ubicadas al norte del **ecuador celeste**; a las que se localizan al sur se les llama constelaciones australes. A partir de 1928, la Unión Astronómica Internacional (UAI) decidió reagrupar oficialmente la esfera celeste en **88** constelaciones con límites precisos, tal que todo punto en el cielo quedara dentro de los confines de una figura. Antes de dicho año, eran reconocidas otras constelaciones menores que luego cayeron en el olvido; hoy por hoy ya no se recuerdan. La lista final se codificó en 1930.



Fig. 21

## Nebulosa

Es una nube de gas o polvo en el espacio. Las nebulosas pueden ser oscuras o, si se iluminan por estrellas cercanas o estrellas inmersas en ellas, pueden ser brillantes. Generalmente son lugares donde se produce la formación de estrellas y discos planetarios, por lo que se suelen encontrar en su seno estrellas muy jóvenes. Existe gran variedad de nebulosas acompañando a las estrellas en todas las etapas de su evolución. La gran mayoría corresponden a nubes gaseosas de hidrógeno y helio que experimentan un proceso de contracción gravitatoria hacia un estado de *protoestrella*.

## Ejemplo

7. Las constelaciones son
- A) polvo o gas en el espacio.
  - B) grupos de planetas.
  - C) grupos de estrellas de igual brillo.
  - D) grupos de estrellas que semejan figuras.
  - E) grupos de rocas orbitando alrededor de una estrella.

## Evolución de las Estrellas

- 1º Se forma la estrella a partir de una nube de gas y polvo.
- 2º Gigante. Reacciones nucleares. Masas de gas y polvo se condensan a su alrededor (protoplanetas).
- 3º Secuencia principal. La estrella con planetas, estable mientras consume su materia.
- 4º La estrella empieza a dilatarse y enfriarse.
- 5º Crece, engullendo los planetas, hasta convertirse en una gigante roja.
- 6º Se vuelve inestable y comienza a dilatarse y encogerse alternativamente hasta que explota.

Si la estrella era mucho mayor que el Sol ...	Si la estrella era como el Sol ...
7º <b>Supernova.</b> Lanza la mayor parte del material. 8º <b>Púlsar.</b> El resto, se hace pequeño y denso. 9º Si tenía mucha masa, se contrae todavía más hasta convertirse en un <b>agujero negro.</b>	7º <b>Nova.</b> Lanza materiales hacia el exterior. 8º <b>Nebulosa planetaria.</b> El resto, se contrae. 9º <b>Enana.</b> Se hace muy pequeña y densa y brilla con luz blanca o azul, hasta que se apaga.

Un **agujero negro** es un hipotético cuerpo celeste con un campo gravitatorio tan fuerte que ni siquiera la radiación electromagnética puede escapar de su proximidad. El cuerpo está rodeado por una frontera esférica, llamada horizonte de sucesos, a través de la cual la luz puede entrar, pero no puede salir, por lo que parece ser completamente negro. Un campo de estas características puede corresponder a un cuerpo de alta densidad con una masa relativamente pequeña, como la del Sol o inferior, que está condensada en un volumen mucho menor, o a un cuerpo de baja densidad con una masa muy grande, como una colección de millones de estrellas en el centro de una galaxia.

### El Sol

El Sol es el elemento más importante en nuestro sistema solar (contiene aproximadamente el 98% de la masa total del sistema solar) y es, en esencia, una bola de plasma (gas ionizado) y no tiene, por tanto, superficie en el sentido que nosotros le damos al término, y lo que nosotros vemos no es más que la capa que emite luz, llamada fotosfera, la que tiene una temperatura de 6,000 K.

Esta capa tiene una apariencia manchada debido a las turbulentas erupciones de energía en la superficie. Hacia el interior se encuentran la zona de transporte convectivo, la zona de transporte radiactivo y por último la zona de producción de energía nuclear, que es el verdadero Sol, cerca del núcleo. Desde esta pequeña región se transmite la energía hacia el exterior, primero radiactivamente y por último convectivamente. Aunque pueda parecer increíble, la energía tarda un millón de años en viajar desde el centro hasta la superficie, y en el último cuarto, donde el transporte es fundamentalmente convectivo, sólo emplea un par de días.

La cromosfera está sobre la fotosfera. La energía solar pasa a través de ésta región en su trayectoria de salida del Sol. Las Fácúlas y destellos se levantan a la cromosfera. Las Fácúlas son nubes de hidrógeno brillantes y luminosas las cuales se forman sobre las regiones donde se forman las manchas solares.

Las manchas solares son una característica del Sol observada desde épocas antiguas. Cuando se les mira por un telescopio, tienen una parte central oscura conocida como umbra, rodeada de una región más clara llamada penumbra. Las manchas solares son oscuras ya que son más frías que la fotosfera que las rodea. Las manchas son el lugar de fuertes campos magnéticos. La razón por la cual las manchas solares son frías no se entiende todavía, pero una posibilidad es que el campo magnético en las manchas no permite la convección debajo de ellas.

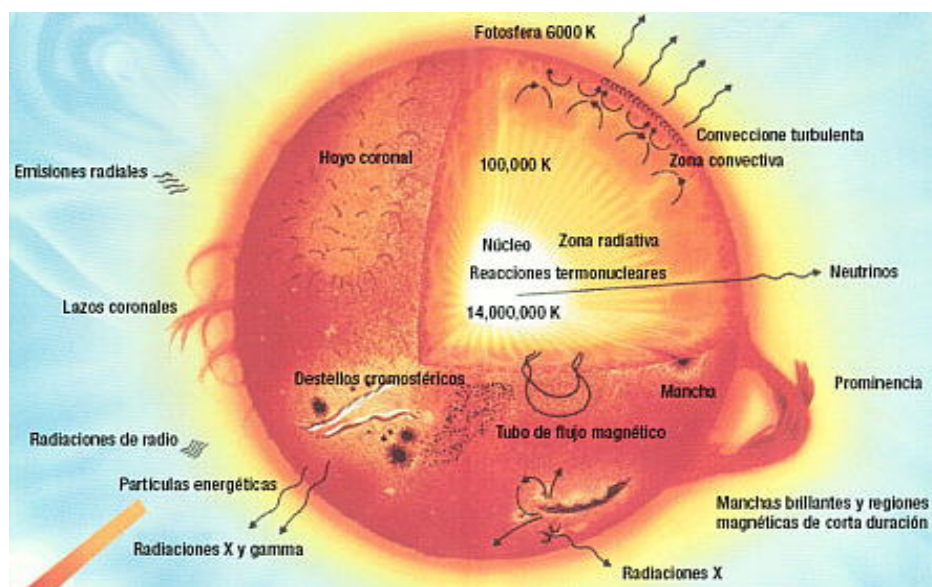


Fig. 22

El Sol también absorbe materia. Es tan grande y tiene tal fuerza que a menudo atrae a los asteroides y cometas que pasan cerca. Naturalmente, cuando caen al Sol, se desintegran y pasan a formar parte de la estrella. Cada segundo se convierten 700 millones de toneladas de hidrógeno en cenizas de helio. En el proceso se liberan 5 millones de toneladas de energía pura; por lo cual, el Sol cada vez se vuelve más ligero.

### Ejemplo

8. La capa del Sol que observamos es

- A) la zona radiativa.
- B) la zona convectiva.
- C) la fotosfera.
- D) la cromosfera.
- E) el núcleo.

## La Vía Láctea.

La Vía Láctea es nuestra galaxia. Los romanos la llamaron "**Camino de Leche**". Es grande, espiral y puede tener unos 100.000 millones de estrellas, entre ellas, el Sol. El **Sistema Solar** está en uno de los brazos de la espiral, a unos 30.000 años luz del centro y unos 20.000 del extremo.

En total hace unos 100.000 años luz de diámetro y tiene una masa de más de dos billones de veces la del Sol.



Fig. 23

Cada 225 millones de años el Sistema Solar completa un giro alrededor del centro de la galaxia. Se mueve a unos 270 km/s. No podemos ver el brillante centro porque se interponen materiales opacos, polvo cósmico y gases fríos, que no dejan pasar la luz.

## La astronomía en Chile

La geografía de nuestro país, en particular la sequedad de nuestro desierto, constituyen un lugar ideal para la observación astronómica.

Es por eso que se han instalado en nuestro territorio varios observatorios dirigidos por entidades de renombre internacional. El más moderno es el perteneciente al proyecto Gemini Sur el cual cuenta con financiamiento del Estado Chileno y está ubicado en el cerro Tololo y cuenta con un telescopio de 8 metros (figura 24).

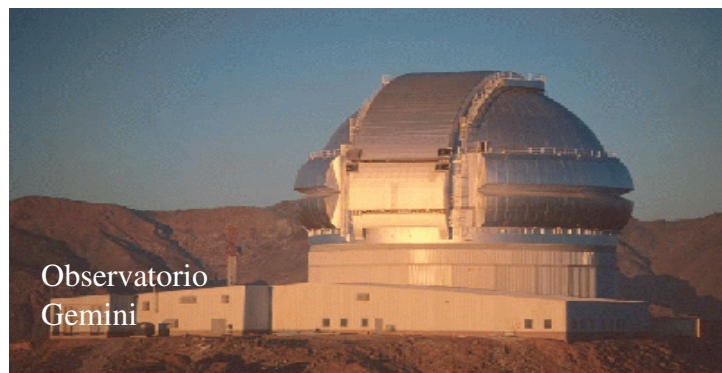


Fig. 24

## PROBLEMAS DE SELECCIÓN MÚLTIPLE

1. En un comienzo los continentes que conocemos actualmente estaban juntos formando un único y gran continente conocido como
  - A) Gondwana.
  - B) Eurasia.
  - C) Pangea.
  - D) Laurasia.
  - E) Ninguna de las anteriores.
  
2. De los siguientes elementos el que no pertenece a un volcán es
  - A) cámara magnética.
  - B) cráter.
  - C) chimenea.
  - D) cono.
  - E) magma.
  
3. De las siguientes proposiciones es(son) falsas:
  - I) La escala Richter se mide en números romanos.
  - II) La escala de Mercalli mide la destrucción provocada por un sismo.
  - III) En la escala de Mercalli se utiliza el sismógrafo para determinar la magnitud de un sismo.
  - A) Sólo I
  - B) Sólo II
  - C) I y II
  - D) I y III
  - E) I, II y III
  
4. La tierra no tiene la forma de una esfera perfecta como afirmaba Pitágoras, si no que es achatada en los polos, esto trae como consecuencia que:
  - A) la fuerza de atracción gravitatoria sea más intensa en el Ecuador.
  - B) la fuerza de atracción gravitatoria sea más intensa en los polos.
  - C) la fuerza de atracción gravitatoria no depende de la distancia, es constante en todos los puntos.
  - D) la forma de la Tierra no trae ninguna consecuencia.
  - E) la masa de una persona aumenta si viaja a la Antártica.



5. Los sismos se pueden medir con las escalas
- A) Celsius o Richter.
  - B) Richter o Mercalli.
  - C) Fahrenheit o Celsius.
  - D) Kelvin o Mercalli.
  - E) Kelvin o Richter.
6. El orden ascendente de las capas de la atmósfera es
- A) termosfera-mesosfera-estratosfera-troposfera-exosfera.
  - B) troposfera-estratosfera-mesosfera-termosfera-exosfera.
  - C) exosfera-termosfera-mesosfera-estratosfera-troposfera.
  - D) mesosfera-estratosfera-troposfera-exosfera-termosfera.
  - E) estratosfera-troposfera-mesosfera-termosfera-exosfera.
7. La primera Ley de Kepler dice relación con
- A) las distancias de los planetas al Sol.
  - B) las velocidades de rotación.
  - C) las formas geométricas de las órbitas.
  - D) los tiempos que demoran en hacer su traslación alrededor del sol.
  - E) las magnitudes de los radios ecuatoriales.
8. La Luna tiene una órbita síncrona respecto de la Tierra. Esto significa que
- A) su órbita es circular igual que la de la Tierra.
  - B) dura 27,3 días.
  - C) que tiene un lado oscuro.
  - D) que el tiempo de traslación y el de rotación son iguales.
  - E) que se muestra en cuatro fases de iluminación por el sol.
9. Una de las teorías más aceptadas respecto al achatamiento de los polos de la Tierra es
- A) porque en los polos existe mayor gravedad.
  - B) porque las bajas temperaturas hacen que la materia sea más densa y ocupe menos espacio.
  - C) por la rotación del planeta en torno a su eje fijo.
  - D) por la misma razón que existen polos magnéticos.
  - E) No se sabe con certeza.
10. Un eclipse lunar se produce cuando
- A) la Luna se interpone entre el Sol y la Tierra.
  - B) la sombra de la Luna se proyecta sobre la Tierra.
  - C) la sombra de la Tierra se proyecta sobre la Luna.
  - D) un planeta se interpone entre la Luna y la Tierra.
  - E) el Sol se apaga por algunos instantes.



11. La ley general de gravitación establecida por Newton establece que la fuerza de atracción entre dos cuerpos celestes es

- A) inversamente proporcional a las masas.
- B) directamente proporcional a la distancia.
- C) dependiente de las órbitas.
- D) inversamente proporcional a la distancia.
- E) inversamente proporcional al cuadrado de la distancia.

12. Los cambios de clima son producidos principalmente por

- A) la existencia de zonas climáticas.
- B) la posición de la órbita en la traslación.
- C) la rotación en torno a si eje.
- D) el grado de inclinación del eje terrestre.
- E) Ninguna de las anteriores.

13. El observatorio más moderno en territorio Chileno es

- A) Paranal.
- B) Interamericano.
- C) Gémini.
- D) La Silla.
- E) Las Campanas.

14. La vía láctea es una galaxia

- A) espiral.
- B) esférica.
- C) elíptica.
- D) barrada.
- E) amorfa.

15. El Sol, al morir, dejaría como cadáver

- A) una enana amarilla.
- B) una estrella de neutrones.
- C) un agujero negro.
- D) una enana blanca.
- E) un pulsar.

### **Solución ejemplo 1**

I y II son verdaderas.  
III es falsa, ya que es líquido.

**La alternativa correcta es D**

### **Solución ejemplo 2**

Los terremotos en Chile se generan producto de los choques entre la placa Nazca y Sudamericana.

**La alternativa correcta es D**

### **Solución ejemplo 3**

I es falsa. Las P son más veloces.  
II es verdadera.  
III es falsa. Las ondas sísmicas son mecánicas.

**La alternativa correcta es B**

### **Solución ejemplo 4**

I y III son verdaderas.  
II es falsa. La escala Richter tiene una base matemática y necesita de un sismógrafo.

**La alternativa correcta es B**

### **Solución ejemplo 5**

I es falsa. Se mueven más lento.  
II es verdadera.  
III es falsa. Es el punto más alejado.

**La alternativa correcta es E**

### **Solución ejemplo 6**

La gravedad de la Luna es  $1/6$  de la gravedad de la Tierra.

**La alternativa correcta es C**

### **Solución ejemplo 7**

Son grupos de estrellas que semejan figuras.

**La alternativa correcta es D**

### **Solución ejemplo 8**

La capa del Sol que logramos ver en el día a día es la fotosfera.

**La alternativa correcta es C**

DSIFM30

**Puedes complementar los contenidos de esta guía visitando nuestra web.**  
<http://pedrovaldivia.cl/>