

Autor: Luis Echarri  
 Asignatura: Población, ecología y ambiente  
 2007

## Tema 1 El planeta Tierra

<b>La Tierra: el planeta de la vida .....</b>	<b>2</b>
Algunos datos: .....	2
Características astrales que influyen en la vida .....	2
a) Día y noche .....	2
b) Estaciones .....	2
c) Mareas .....	3
d) Iluminación lunar .....	3
<b>Historia de la Tierra .....</b>	<b>3</b>
a) Comienzos .....	3
b) Formación de la Luna .....	4
c) Formación de los océanos .....	4
d) La vida .....	4
e) Principales periodos .....	4
<b>La superficie móvil de la Tierra .....</b>	<b>6</b>
Capas de la Tierra .....	6
Placas litosféricas .....	7
Litosfera .....	7
Placas litosféricas .....	7
Pangea. Unión y disgregación de los continentes .....	9
Influencia del movimiento de las placas sobre la distribución de los seres vivos....	9
<b>La Tierra: balance energético .....</b>	<b>10</b>
Energía recibida .....	10
Energía radiante del Sol .....	10
Energía que llega a la Tierra. Constante solar .....	10
Energía que llega a la superficie .....	10
Balance total de energía. Efecto "invernadero" .....	11
El tipo de energía que llega a la superficie de la Tierra y el que sale no son iguales. .....	12
Balance energético en la Tierra. ....	12
Energía interna de la Tierra .....	13
Radiación cósmica .....	13
<b>Energía radiante y vida .....</b>	<b>13</b>
Iluminación .....	13
Pigmentos .....	14
Efectos de la luz sobre los organismos sin mediar receptores especializados.....	14
Fotosíntesis. ....	14
Visión y táxis. ....	14
Emisión de luz .....	15
Calor y temperatura: sus influencias ecológicas.....	15
Resistencia al calor. ....	15
Resistencia de los organismos al frío. ....	15

## La Tierra: el planeta de la vida

Hasta donde llega nuestro conocimiento del Universo, la Tierra no es un astro cualquiera.

Desde el punto de vista de sus características geoquímicas no es nada especial. Un planeta más del sistema solar, orbitando alrededor de una estrella, el Sol, que no se diferencia especialmente de las otras 200 a 400.000 millones de estrellas<sup>1</sup> que se calcula que hay en la galaxia denominada Vía Láctea a la que pertenecemos. Tampoco la Vía Láctea cabe considerarla como algo especial dentro de las alrededor de 100 o 130 mil millones de galaxias<sup>2</sup> que puede haber en el Universo.

Pero es el único lugar del universo en el que conocemos que haya vida.

### **Algunos datos:**

- Tercer planeta del sistema solar.
- Distancia al Sol: unos 150.000.000 Km.
- Excentricidad de la órbita de la Tierra varía entre el 1 y el 5%. En la actualidad es del orden de 1,67%<sup>3</sup>
- Tiempo que tarda la Tierra en completar una órbita: 365 días 6 horas 9 min
- Formada hace unos 4.500 a 4.600 millones de años<sup>4</sup>
- Radio oscila entre 6357 km (radio polar) y 6378 km (radio ecuatorial).
- Superficie es de unos 510 millones de kilómetros cuadrados. (El 71% es agua)
- Formada por gigantescas placas litosféricas que están en constante movimiento.
- Densidad media: 5.515 Kg/m<sup>3</sup>
- Periodo de rotación: 23,934 horas
- Inclinación del eje de rotación respecto al plano de la eclíptica: 23° 26' (La inclinación varía entre 22.1° y 24.5° en un periodo de 41,000 años)
- Un satélite, la Luna, que se formó unas 30 a 50 millones de años más tarde que la Tierra.<sup>5</sup> Se traslada alrededor de la Tierra siguiendo una órbita contenida en el plano de la eclíptica que tarda en completar **29,53 días**.

### **Características astrales que influyen en la vida**

Los seres vivos están sujetos a unos ritmos marcados por la alternancia del día y la noche, la sucesión de las estaciones y el sucederse de las mareas. Todos estos fenómenos dependen directamente de los movimientos de la Tierra y la Luna respecto al Sol.

#### **a) Día y noche**

La rotación terrestre es de oeste a este y tarda un poco menos de 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) Estaciones**

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°

26'. Por esto, al trasladarse la Tierra alrededor del Sol, los rayos inciden con mayor o menor inclinación sobre la superficie de la Tierra y se generan las distintas estaciones, más marcadas cuanto más nos alejemos del ecuador y nos acerquemos a los polos.

### c) Mareas

Las **mareas**, es decir, la elevación y descenso cíclicos del nivel de los océanos, están provocadas por la acción conjunta de la Luna y el Sol sobre la Tierra. También influyen la topografía del terreno submarino y la forma de la costa.

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

Son fenómenos muy complejos. 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.

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.

Tienen una gran influencia en los seres vivos que viven en las zonas costeras, además de ser importantes en la navegación.

### d) Iluminación lunar

La Luna es la segunda fuente de iluminación al reflejar la luz que recibe del Sol por lo que tiene una notable influencia en la vida de los organismos.

Las **fases** de la Luna:

- Luna nueva,
- cuarto creciente,
- Luna llena y
- cuarto menguante

se suceden conforme nuestro satélite va recorriendo su órbita.

## Historia de la Tierra

### a) Comienzos

El nacimiento de la Tierra, hace unos 4600 millones de años (4567 según algunos autores), se produjo a la vez que la formación de todo el sistema solar.

Suponemos, aunque no es fácil saber como ocurrió, que masas de unos pocos kilómetros de diámetro llamadas **planetoides**, fueron chocando entre sí formando, poco a poco, un planeta cuyo tamaño iría creciendo.

En estas primeras etapas estaría totalmente fundido y los elementos más pesados se concentraron en el centro mientras los más ligeros quedaban en la periferia estableciéndose la estructura en capas (núcleo interno, núcleo externo, manto, corteza) que hoy conocemos en nuestro planeta.

Su superficie carecería de hidrosfera y su atmósfera habría sido muy inestable, formada por hidrógeno y helio que serían fácilmente barridos de la cercanía del planeta en formación por el viento solar y por el calor terrestre.

Cuando la Tierra llegó a tener un tamaño suficiente para retener una atmósfera más fija que contenía vapor de agua. Esto aceleró el enfriamiento y para hace unos 4400 millones de años ya se habría formado una corteza sólida

## b) Formación de la Luna

Aunque no sabemos con exactitud como sucedieron las cosas, la teoría más aceptada actualmente para explicar la formación de la Luna supone que un astro del tamaño de Marte aproximadamente, es decir, algo más pequeño que el tamaño de la Tierra, colisionó con esta. El gigantesco choque entre estos dos cuerpos originaría la Luna y también provocaría la inclinación que conocemos del eje de la Tierra responsable de las estaciones. Este choque debió suceder, según algunos estudios, hace unos 4533 millones de años.

## c) Formación de los océanos

La continua colisión de asteroides y las abundantes erupciones volcánicas arrojaban a la atmósfera, entre otros gases, grandes cantidades de vapor de agua

Entre hace unos 4200 y 3800 millones de años, el planeta se había enfriado lo suficiente como para que gran parte del vapor se hubiera **licuado** formando los océanos. Los gases predominantes en la **atmósfera** de esa época eran el vapor de agua, el dióxido de carbono, el amoníaco y el nitrógeno junto a hidrógeno, y monóxido de carbono que originaban un ambiente ligeramente reductor<sup>6</sup>.

## d) La vida

La época de aparición de la vida es muy poco precisa porque no tenemos indicios suficientes como para datar su origen con verosimilitud. Hace **3600 millones de años**, o quizá más, en un océano primitivo que suponemos cargado con distintos tipos de moléculas orgánicas, aparecerían los primeros seres vivos, similares a las actuales bacterias.

Aparecieron después (¿hace unos 3000 millones de años?) organismos capaces de hacer fotosíntesis que comenzaron a producir oxígeno que iba a la atmósfera. Para hace unos 1000 millones de años la atmósfera ya tenía una composición similar a la actual.

Oxígeno y nitrógeno eran sus principales componentes y la atmósfera, de reductora había pasado a oxidante<sup>7</sup>.

El oxígeno liberado a la atmósfera formó también el ozono, de gran importancia en la absorción de las letales radiaciones ultravioletas.

Hace unos **700 millones** de años se aceleró el ritmo de aparición de nuevos tipos de vida. Todos los grandes grupos de organismos que ahora conocemos: moluscos, artrópodos, equinodermos, vertebrados, plantas diversas, etc., fueron apareciendo en unos pocos cientos de millones de años. Durante el Paleozoico<sup>8</sup> los seres vivos dejan de estar limitados a la vida acuática y conquistan el medio terrestre y aéreo.

## e) Principales periodos

Tiempo aprox. (millones de años)	Era	Periodo	Sucesos de interés
Desde hace 4600 a 542	Precámbrico		Nombre informal para este periodo de la Tierra. Se conoce relativamente poco de este tiempo: pocos fósiles, rocas muy metamorfizadas. Finaliza con una gran extinción
542 - 488	Paleozoico	Cámbrico	Continentes dispersos procedentes

			<p>de la ruptura de un supercontinente (Pannotia)</p> <p>Clima templado sin hielo en los polos.</p> <p>En este periodo aparecen casi todos los grandes grupos animales. Quizá algunas plantas y animales llegaron a vivir en tierra pero no es claro.</p> <p>Aparecen los primeros peces de tipos primitivos</p>
488 - 444		Ordovícico	<p>Con un gran continente en el Sur llamado Gondwana. Glaciaciones y clima con cambios notables.</p> <p>Aparecen los peces con esqueleto de cartílago.</p> <p>Primeras plantas terrestres (muy sencillas)</p> <p>Finaliza con una gran extinción.</p>
444 - 416		Silúrico	<p>Sigue Gondwana. Se empieza a formar Laurasia: orogenia Caledoniana.</p> <p>Climas cálidos (efecto invernadero)</p> <p>Primeros arrecifes de coral. Peces con huesos.</p> <p>En la tierra se ven animales del tipo de las arañas y ciempiés y plantas vasculares (con vasos)</p>
416 - 360		Devónico	<p>Laurasia y Gondwana se acercan: gran actividad tectónica.</p> <p>Grandes arrecifes de coral.</p> <p>Primeros tetrápodos.</p> <p>Desarrollo de los primeros suelos y bosques de helechos y similares.</p> <p>Aparecen las primeras plantas que forman semillas.</p> <p>Finaliza con una extinción.</p>
360 - 299		Carbonífero	<p>Se forma el supercontinente Pangea: orogenia Herciniana.</p> <p>Grandes bosques de plantas que han desarrollado lignina. Unido a amplias zonas pantanosas: formación de grandes cantidades de carbón.</p> <p>Amplia extensión de los anfibios (de hasta 6 m) Se desarrolla el huevo amniota y con él los primeros reptiles.</p>
299 - 251		Pérmico	Pangea.

			Se extienden las coníferas. Amplia extensión de anfibios y reptiles: grandes herbívoros y carnívoros. Finaliza con la mayor extinción de las conocidas: 90 a 95% de las especies marinas y 70% de las terrestres.
251 - 200	Mesozoico	Triásico	Pangea. Clima cálido y seco. Nuevas especies. Reptiles en las aguas y tierras. Termina con una extinción
200 - 145,5		Jurásico	Pangea se rompe en América del N, Eurasia y Gondwana. Dominan en el mar los reptiles marinos y los peces y en tierra los grandes saurópodos. Dinosaurios. Aparecen las primeras aves al final. Las coníferas son dominantes.
145,5 - 65,5		Cretáceo	Pangea termina su ruptura hasta llegar a los continentes actuales. Clima cálido sin hielo en los polos. Las plantas con flores (angiospermas) se extienden. Fauna dominada por dinosaurios. Los mamíferos son de pequeño tamaño. Las aves se extienden. Termina con una importante extinción, de los dinosaurios, entre otros grupos.
65,5 - 23	Cenozoico	Paleogeno	Parte del Terciario (nombre usual pero no oficial que va de 65,5 - 1,8) Los mamíferos evolucionan.
23 - hoy		Neogeno	Con parte del Terciario y el Cuaternario (nombres usuales pero no oficiales) Se unen América del S y del N (hace unos 5 millones de años) Glaciaciones en el Cuaternario (desde hace 1,8 millones de años)

## La superficie móvil de la Tierra

### Capas de la Tierra

Característico de la estructura de la Tierra es el estar formada por **capas** superpuestas. La parte sólida de la Tierra está formada por un **núcleo** compuesto principalmente por hierro y níquel. Aquí tiene su origen el campo magnético que afecta a todo el planeta.

Algunos organismos vivos son sensibles al magnetismo y lo utilizan para orientarse como, por ejemplo, algunas aves.

Rodeando al núcleo se encuentra el **manto**. Es la capa más voluminosa de la Tierra, compuesta por oxígeno y silicio acompañados de otros elementos como aluminio, magnesio, hierro, calcio, sodio, etc.

La **corteza** es la capa más externa. Las rocas que la componen son también fundamentalmente, del tipo de los silicatos, como en el manto; aunque en la parte más externa son frecuentes los carbonatos y otras rocas sedimentarias. La estructura de la corteza no es homogénea, y en ella se puede distinguir una corteza menos densa y más rígida que forma las áreas continentales, mientras que por debajo de esta y en los fondos oceánicos se observa una corteza más plástica y más densa.

La capa líquida de la Tierra (**hidrosfera**) y la gaseosa (**atmósfera**) completan la estructura de nuestro planeta.

### ***Placas litosféricas***

La superficie de la Tierra abarca  $510 \cdot 10^6 \text{ km}^2$  de los que tres cuartas partes están cubiertos por las aguas y sólo  $149 \cdot 10^6 \text{ km}^2$  son continentes emergidos.

### **Litosfera**

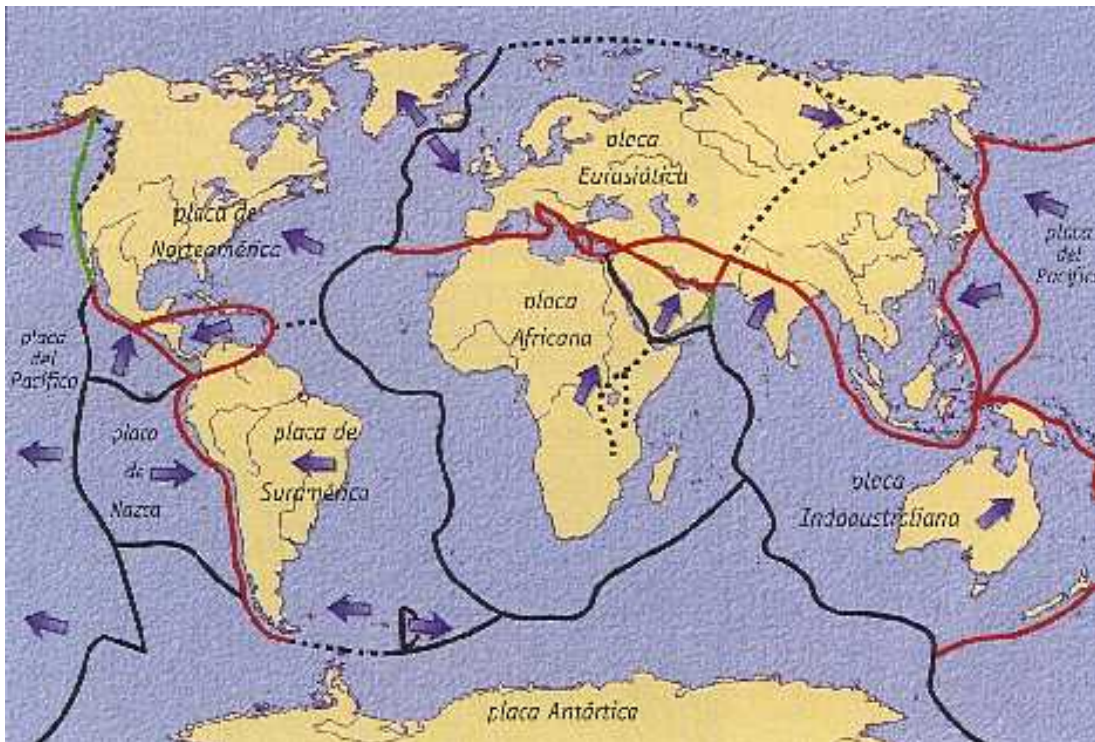
La parte sólida más externa del planeta es una capa de unos **100 km** de espesor denominada litosfera que está formada por la corteza más la parte superior del manto. En las zonas **oceánicas** la corteza es más delgada, de 0 a 12 km y formada por rocas de tipo basáltico. La corteza que forma los **continentes** es más gruesa, hasta de 40 o 50 km y compuesta por rocas cristalinas, similares al granito, menos densas que las que forman la corteza oceánica. La corteza continental es la capa más fría y más rígida de la Tierra, por lo que se deforma con dificultad.

### **Placas litosféricas**

La litosfera se encuentra dividida en placas que están moviéndose a razón de unos 2 a 20 cm por año impulsadas por corrientes de convección que tienen lugar en la astenosfera.

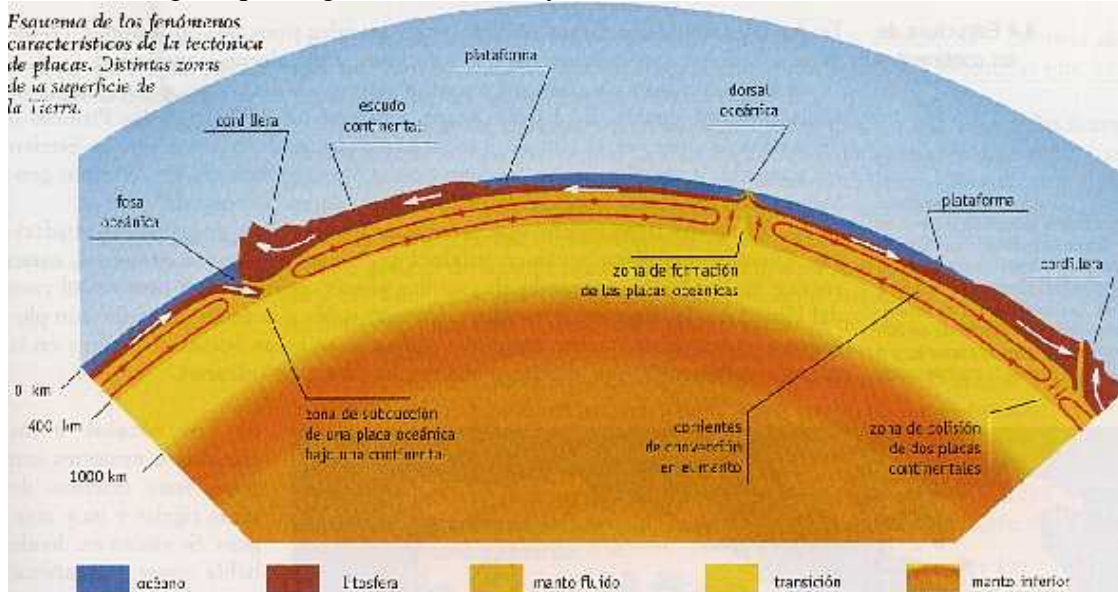
Hay siete grandes placas principales además de otras secundarias de menor tamaño.

Algunas de las placas son exclusivamente oceánicas, como la de Nazca, en el fondo del océano Pacífico. Otras, la mayoría, incluyen corteza continental que sobresale del nivel del mar formando un continente.



Placas litosféricas

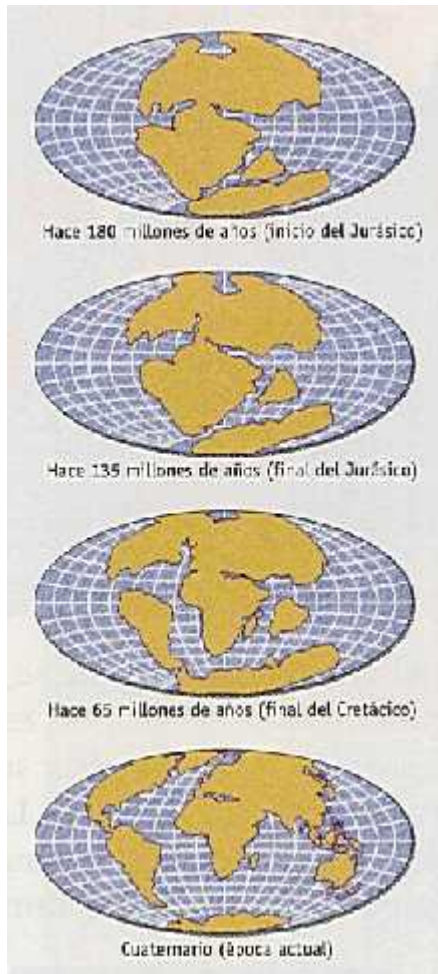
Se denomina **astenosfera** a la parte superior del manto, situada inmediatamente por debajo de la litosfera. Está formada por materiales que, debido a la temperatura y presión a las que se encuentran, están en estado semifluido y tienen capacidad de desplazarse lentamente. Las diferencias de temperatura entre un interior cálido y una zona externa más fría producen corrientes de convección que mueven las placas. La Tectónica Global<sup>9</sup> estudia como estas placas van formándose en las **dorsales oceánicas** y hundiéndose en las **zonas de subducción**. En estos dos bordes, y en las zonas de roce entre placas (**fallas de transformación**), se producen grandes tensiones y salida de magma que originan terremotos y volcanes.



Fenómenos característicos de la Tectónica de placas



## Pangea. Unión y disgregación de los continentes



Los continentes, al estar incrustados en placas de litosfera móviles, no mantienen una posición y forma fijas, sino que se están desplazando constantemente transportados por la placa a la que pertenecen.

Pero hay una diferencia fundamental entre la parte oceánica de una placa y la parte continental. La primera puede subducir y empujada por el movimiento de la placa, introducirse por debajo de otra placa hasta desaparecer en el manto. Pero la porción continental de una placa no puede hacer esto, porque es demasiado rígida y gruesa. Así pues, cuando dos continentes arrastrados por sus placas colisionan entre sí, acaban fusionándose uno con el otro, mientras se levanta una gran cordillera en la zona de choque.

Ha habido épocas de la historia de la Tierra en la que la mayor parte de los continentes han estado reunidos, después de chocar unos con otros, formando un gran supercontinente al que se le llama **Pangea**. La última vez que sucedió esto fue a finales del Paleozoico y principios del Mesozoico.

Durante el Mesozoico este supercontinente fue disgregándose originando los continentes que ahora conocemos. Primero se dividió en dos grandes masas continentales: **Laurasia** al norte y

**Gondwana** al sur, separadas por un océano ecuatorial llamado **Tethys**. Durante el Mesozoico, hace unos 135 millones de años, empezó a formarse el océano Atlántico al ir separándose América de Europa y África.

### Influencia del movimiento de las placas sobre la distribución de los seres vivos

Los desplazamientos de los continentes y los cambios climáticos y de nivel del mar que han provocado, han tenido una gran influencia en la evolución que han seguido los seres vivos en nuestro planeta.

Así por ejemplo, en lugares que han permanecido aislados del resto de las tierras firmes mucho tiempo como es el caso de Australia o Madagascar, rodeadas por mar desde hace más de 65 millones de años, han evolucionado formas de vida muy especiales, como, por ejemplo, los marsupiales (canguros) y otras especies **endémicas**<sup>10</sup>.

Otra manifestación de la influencia de los cambios de posición de los continentes sería el de las diferencias de flora y fauna entre América del Norte y América del Sur. Estos dos continentes han permanecido aislados durante decenas de millones de años y se unieron hace unos 3 millones de años, cuando emergieron del mar las tierras que forman el istmo de Panamá. En este caso se comprueba que los seres vivos de América del N y del S difieren entre sí mucho más de lo que sería lógico si América hubiera estado unida desde hace más tiempo.

Otro ejemplo de como pueden influir los movimientos de los continentes está también relacionado con la formación del istmo de Panamá, pues originó un fuerte cambio climático responsable de la formación del casquete de hielo del Ártico, hace unos 2,5 millones de años.

## La Tierra: balance energético

### **Energía recibida**

#### **Energía radiante del Sol**

La mayor parte de la energía que llega a nuestro planeta procede del Sol en forma de **radiación electromagnética**:

- comportamiento, a la vez, de **onda** y **partícula** (fotón<sup>11</sup>)
- Velocidad de transmisión en el vacío,  $c = 299\,792\,458\text{ Km s}^{-1}$
- Longitud de onda,  $\lambda$  : variable entre kilómetros y milésimas de nanómetro
- Frecuencia,  $\nu = c/\lambda$  inversamente proporcional a la longitud de onda
- Energía,  $E = h \cdot \nu$  , siendo h la constante de Plank.
- Espectro de radiación electromagnética: desde las ondas de radio, llegan a tener longitudes de onda de kilómetros, hasta los rayos X o las radiaciones gamma que tienen longitudes de onda de milésimas de nanómetro

#### **Energía que llega a la Tierra. Constante solar**

La energía que llega al exterior de la atmósfera es una cantidad fija, llamada **constante solar**.

- Su valor es de  $1,4 \cdot 10^3\text{ W/m}^2$
- Es una mezcla de radiaciones de  $\lambda$  entre 200 y 4000 nm.
- Se distingue entre radiación **ultravioleta**, luz **visible** y radiación **infrarroja**.
  - **Radiación ultravioleta** con  $\lambda < 360\text{ nm}$ . Muy energéticas. Interfieren con los enlaces moleculares provocando cambios de las moléculas. Especialmente las de menos de 300 nm pueden alterar moléculas muy importantes para la vida como el ADN<sup>12</sup>. Son absorbidas por la parte alta de la atmósfera, especialmente por la capa de ozono, O<sub>3</sub>, que absorbe con gran eficacia las radiaciones comprendidas entre 200 y 330 nm.
  - **Luz visible** con  $\lambda$  entre **360 nm (violeta)** y **760 nm (rojo)** De gran influencia en los seres vivos. Atraviesa con bastante eficacia la atmósfera limpia, pero cuando hay nubes o masas de polvo parte de ella es absorbida o reflejada.
  - **Radiación infrarroja** con  $\lambda > 760\text{ nm}$ . Lleva relativamente poca energía asociada. No logra interferir con los enlaces de las moléculas y su efecto se queda en acelerar las reacciones o aumentar la agitación de las moléculas, es decir es lo que llamamos **calor** y produce aumento de temperatura. El CO<sub>2</sub>, el vapor de agua y las pequeñas gotitas de agua que forman las nubes absorben con mucha intensidad las radiaciones infrarrojas.

#### **Energía que llega a la superficie**

##### **a) Energía absorbida por la atmósfera**

En condiciones óptimas (día perfectamente claro y a mediodía), **como mucho las tres cuartas partes** de la energía que llega del exterior alcanza la superficie.

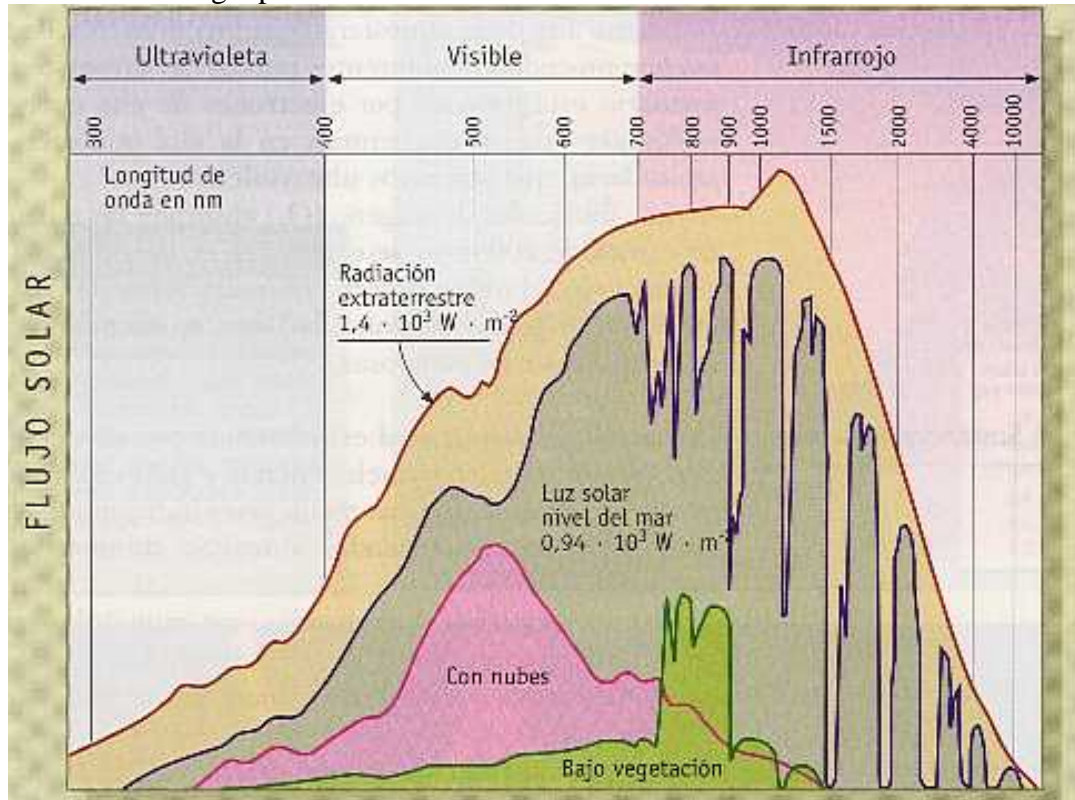
Casi toda la radiación ultravioleta y gran parte de la infrarroja son absorbidas por la atmósfera.

La energía que **llega al nivel del mar** suele ser radiación infrarroja un 49%, luz visible un 42% y radiación ultravioleta un 9%.

En un día nublado se absorbe un porcentaje mucho más alto de energía, especialmente en la zona del infrarrojo.

### b) Energía absorbida por la vegetación

La vegetación absorbe en todo el espectro, pero especialmente en la zona del visible, usando esa energía para la fotosíntesis.



"Distribución de la radiación solar en la alta atmósfera y al nivel del mar, en diferentes circunstancias"

### Balance total de energía. Efecto "invernadero"

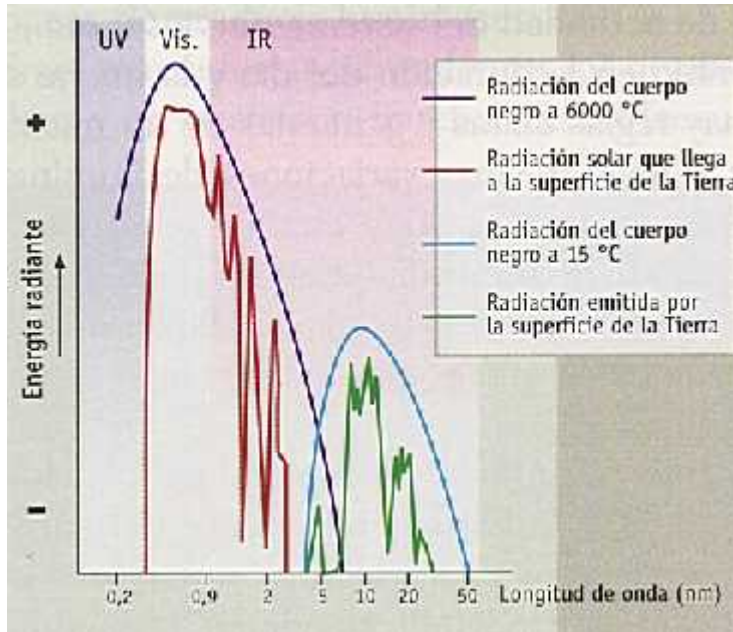
- Temperatura media real en la Tierra: unos  $15^{\circ}C$
- Temperatura media que le correspondería a la Tierra si no tuviera atmósfera (por su posición en el Sistema solar y por su albedo): unos  $-18^{\circ}C$ .
- La diferencia de  $33^{\circ}C$ , tan beneficiosa para la vida, se debe al **efecto invernadero**.

La temperatura media de la Tierra ha ido **variando a los largo de su historia**, pero, para espacios de **tiempo cortos**, se mantiene sensiblemente **constante** porque la Tierra devuelve al espacio la misma cantidad de energía que recibe.

El efecto invernadero no se debe, por tanto a que parte de la energía recibida por le Tierra se quede definitivamente en el planeta. La explicación está, más bien, en que se **"retrasa"** su devolución. Este retraso se debe a la diferente transparencia de la atmósfera para la radiación que viene del sol y la que la Tierra refleja al espacio, como se explica a continuación.

## El tipo de energía que llega a la superficie de la Tierra y el que sale no son iguales.

Mientras que la energía recibida es una mezcla de radiación ultravioleta, visible e infrarroja; la energía que devuelve la Tierra es, fundamentalmente infrarroja y algo de visible.



"Radiaciones recibidas y emitidas por la Tierra"

Las radiaciones que llegan del sol:

- vienen de un cuerpo que está a 6000°C

Las radiaciones que la superficie devuelve:

- proceden de un cuerpo que está a 15°C.

Por este motivo las radiaciones reflejadas tienen longitudes de onda de menor frecuencia que las recibidas. Están en la zona del infrarrojo y casi todas son absorbidas por el CO<sub>2</sub>, el vapor de agua, el metano y otros.

Así se retrasa la salida de la energía desde la Tierra al espacio y se origina el llamado **efecto invernadero** que mantiene la temperatura media en unos 15°C y no en los -18°C que tendría si no existiera la atmósfera

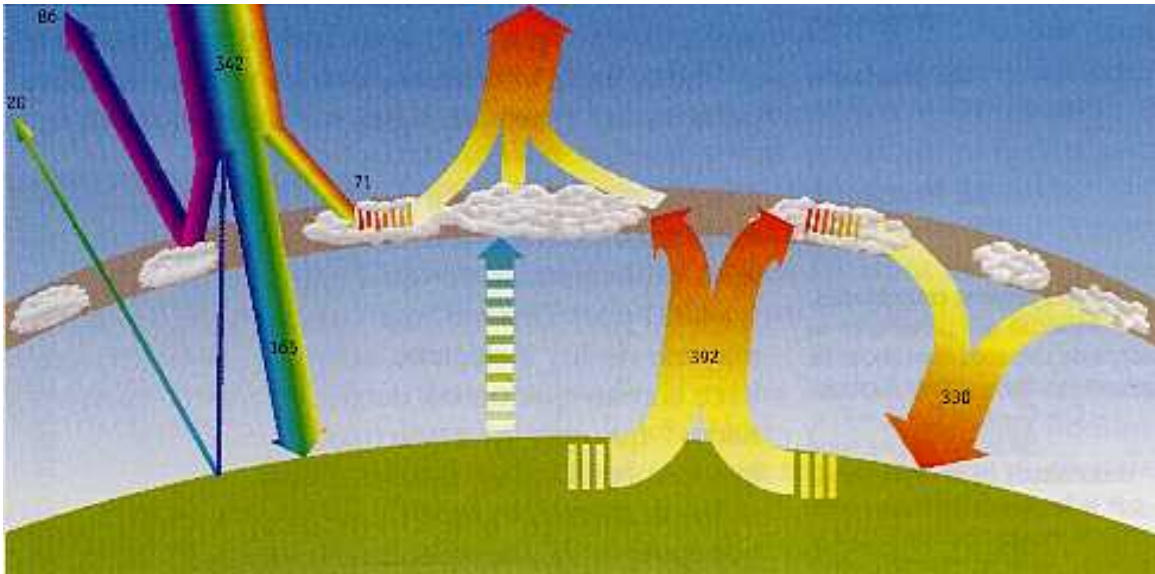
## Balance energético en la Tierra.

Dada la constante solar ( $1400 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ ),  $324 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$  de superficie terrestre llegan de media a la Tierra, en la parte alta de la atmósfera.

De estos 324:

- $236 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$  son reemitidos al espacio en forma de radiación infrarroja,
- $86 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$  son reflejados por las nubes y
- $20 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$  son reflejados por el suelo en forma de radiaciones de onda corta.

Pero el reenvío de energía no se hace directamente, sino que parte de la energía reemitida es absorbida por la atmósfera y devuelta a la superficie, originándose el "efecto invernadero".



*Balance energético de la Tierra*

## **Energía interna de la Tierra**

La temperatura va aumentando en el interior de la Tierra hasta llegar a ser de alrededor de 5000°C en el núcleo interno. La fuente de energía que mantiene estas temperaturas es, principalmente, la descomposición **radiactiva** de elementos químicos del manto. Esta energía interna es responsable de las **corrientes de convección** que mueven las placas litosféricas, por lo que tiene importantes repercusiones en muchos procesos superficiales: volcanes, terremotos, movimiento de los continentes, formación de montañas, etc.

## **Radiación cósmica.**

A la parte alta de la atmósfera llega una radiación de longitudes de onda muy cortas que proceden de diferentes puntos del Universo. La llamada radiación cósmica **primaria** está formada por **electrones** de alta energía. Cuando incide sobre las moléculas que se encuentran en la alta atmósfera se convierte en radiación **secundaria** que son rayos **ultravioleta**.

Las moléculas de oxígeno (O<sub>2</sub>) absorben las radiaciones primaria y secundaria de menos de 200 nm convirtiéndose en ozono (O<sub>3</sub>). A su vez el ozono absorbe las radiaciones de hasta 300 nm y, de esta manera, gracias al oxígeno y al ozono, la Tierra se encuentra protegida contra las radiaciones cósmicas más peligrosas.

## **Energía radiante y vida**

### **Iluminación**

La luz es imprescindible para la vida, pero los organismos vivos sólo usan porcentajes pequeños de la luz que se dispone en la superficie de la Tierra.

Las plantas terrestres pueden sobrevivir con sólo 200 luxes<sup>13</sup> (frente a los más de 100.000 que puede haber en un día muy claro.. Para los **tactismos**<sup>14</sup>, los **fotoperíodos**<sup>15</sup> o la visión son suficientes fracciones de lux.

En el **agua** la luz es atenuada y absorbida mucho más que en la atmósfera. Para los 50 o 100 metros de profundidad ya se ha extinguido casi toda la luz.

Tanto en la atmósfera como en el agua una fracción importante de la luz está **polarizada** y bastantes animales usan el plano de polarización para orientarse.

## Pigmentos

Llamamos pigmentos a un grupo especial de moléculas **sensibles a la luz**. La radiación luminosa de longitudes de onda entre los 360 nm (violeta) y los 760 nm (rojo), no actúa sobre la mayoría de las moléculas químicas, pero si lo hace con las que tienen dobles enlaces coordinados<sup>16</sup> que, por su estructura química, absorben con facilidad los fotones de luz.

Moléculas de este grupo de los pigmentos, son, por ejemplo, la **clorofila**, los carotenos, los pigmentos de la retina, etc.

Los pigmentos son imprescindibles para la visión, la fotosíntesis, etc.

## Efectos de la luz sobre los organismos sin mediar receptores especializados.

La luz regula muchos procesos fisiológicos, incluso sin que el organismo posea receptores especializados para captarla. Así, por ejemplo, la sucesión de las **fases** de la vida de muchos seres: nacimiento, maduración, floración, fructificación, reproducción, etc.; o las **emigraciones** de las aves, o las concentraciones de hormonas o el nivel de actividad del sistema nervioso, etc.; están regulados por la luz

## Fotosíntesis.

La fotosíntesis es un proceso esencial para la vida ya que es el que permite aprovechar la **energía radiante procedente del sol y convertirla en la energía química** que el metabolismo necesita.

La eficiencia de la fotosíntesis es muy baja, en números absolutos (eficiencias muy habituales son las del orden del 0,2% de la energía total que llega a la parte alta de la atmósfera).

La explicación más probable de por qué las plantas no usan mejor la luz es que su desarrollo se encuentra limitado, principalmente, por la escasez de algunos elementos químicos en el suelo. Por tanto, las plantas, en su evolución no han necesitado desarrollar mecanismos de fotosíntesis más eficientes ya que la energía era abundante y no necesitaban optimizar su aprovechamiento.

## Visión y táxis.

**Táxis** es el uso de la luz por los organismos para orientar sus **movimientos** o su **crecimiento**.

Las plantas, por ejemplo, crecen hacia la luz y si se les cambia la posición del foco que las ilumina se mueven hasta enfrentar sus hojas de nuevo a la luz. Otros seres vivos huyen de la luz, por ejemplo la lombriz de tierra.

La **visión** se produce gracias a que células pigmentadas especializadas como los **conos** y **bastones** de la retina del ojo son sensibles a la luz. Estas células poseen pigmentos excitables por la radiación luminosa y convierten esta excitación en una señal nerviosa que viaja por el nervio óptico hasta las zonas del cerebro especializadas en la visión.

Otras partes del ojo como el cristalino, córnea, iris, etc. preparan y dirigen los rayos de luz para que incidan sobre la retina y así se pueda formar bien la imagen.

Las células de la retina llamadas conos dan una buena visión de los colores y necesitan más iluminación que los bastones que son células que pueden dar imágenes en gris con mucho menos iluminación. Los animales diurnos tienen abundancia de conos y pocos bastones, mientras que en los que deben ver en la oscuridad predominan los bastones.

## Emisión de luz

La capacidad que tienen algunos organismos de emitir luz se llama **biofotogénesis** o fotoluminiscencia. Muchos seres vivos, desde algunas bacterias y hongos hasta especies de peces e insectos, pasando por ejemplos en casi todos los grupos de invertebrados, son capaces de producir luminiscencia.

En el mar son muy abundantes los organismos con esta capacidad. En las aguas dulces y en tierra son mucho menos frecuentes. Es muy conocida por su espectacularidad la producción de luz en varias especies de insectos coleópteros, por ejemplo las **luciérnagas**.

La luz que emiten suele ser verdosa y "fría" porque no va acompañada de radiaciones infrarrojas. La suelen producir con una reacción en la que intervienen dos sustancias llamadas luciferina y luciferasa.

## **Calor y temperatura: sus influencias ecológicas.**

### **Resistencia al calor.**

Las temperaturas altas (a partir de 45 - 60°C) **desnaturalizan** la mayoría de las **proteínas** lo que supone graves alteraciones en la vida y, en muchos casos, la muerte del organismo. Algunas bacterias de aguas termales viven hasta a 90°C, pero la mayoría de los organismos tienen su límite vital entre los 40 y los 60°C.

### **Resistencia de los organismos al frío.**

Las temperaturas bajas suponen una **disminución** de la **velocidad** de las reacciones químicas y una ralentización del metabolismo. También conllevan la congelación del agua y eso imposibilita la vida activa.

Pero cuando los organismos están casi totalmente deshidratados, la vida puede permanecer latente en muchos de ellos incluso a temperaturas cercanas al cero absoluto. Así, por ejemplo, se ha comprobado que las larvas de algunos insectos acuáticos resisten, desecadas, desde -270°C hasta +120°C e incluso la acción del alcohol absoluto y reviven luego al volver a hidratarse.

---

<sup>1</sup> The Milky Way Galaxy <http://www.seds.org/messier/more/mw.html>

<sup>2</sup> [http://imagine.gsfc.nasa.gov/docs/ask\\_astro/answers/021127a.html](http://imagine.gsfc.nasa.gov/docs/ask_astro/answers/021127a.html)

<sup>3</sup> [http://www.museum.state.il.us/exhibits/ice\\_ages/eccentricity\\_graph.html](http://www.museum.state.il.us/exhibits/ice_ages/eccentricity_graph.html)

<sup>4</sup> **The age of the Earth.** Authors: Allegre CJ; Manhès G.; Gopel C. Source: Geochimica et Cosmochimica Acta, April 1995, vol. 59, no. 8, pp. 1445-1456(12)

<sup>5</sup> Thorsten Kleine; Herbert Palme, Klaus Mezger, Alex N. Halliday (2005). "[Hf-W Chronometry of Lunar Metals and the Age and Early Differentiation of the Moon](#)". *Science* **310** (5754): 1671 - 1674. DOI:[10.1126/science.1118842](https://doi.org/10.1126/science.1118842).

<sup>6</sup> **Reductor** Ambiente o sustancia química que induce la reducción mientras el se oxida.

<sup>7</sup> **Oxidante** Que provoca la oxidación, es decir la combinación con oxígeno o, más en general, la cesión de electrones.

<sup>8</sup> **Paleozoico** Era de la historia de la Tierra que transcurre desde hace 570 hasta hace 225 millones de años.

<sup>9</sup> **Tectónica Global** Parte de la geología que estudia las placas litosféricas y las deformaciones y procesos geológicos provocados por el movimiento de las placas. Ha sido muy útil para explicar la concentración de volcanes y terremotos en determinadas zonas de la Tierra, la formación de cordilleras, el desplazamiento de los continentes, etc.

---

<sup>10</sup> **Especies endémicas** Que sólo se encuentran en ese lugar.

<sup>11</sup> **Fotón** Cuanto de luz. Cantidad indivisible de energía que interviene en los procesos de emisión y absorción de la radiación electromagnética. Su energía depende de la frecuencia.

<sup>12</sup> **ADN** Acido desoxirribonucleico. Molécula del núcleo celular que contiene la información genética. Cuando resulta dañada por las radiaciones u otros motivos, cambian los genes, lo que provoca mutaciones y malformaciones genéticas.

<sup>13</sup> **Lux** Unidad de iluminancia del Sistema Internacional de unidades. Corresponde a un lumen por cada m<sup>2</sup>

<sup>14</sup> **Tactismo** Movimiento hacia la luz. En los tallos o las hojas de las plantas es muy frecuente, pero también se produce en algunos animales como los insectos, que son fuertemente atraídos por las lámparas.

<sup>15</sup> **Fotoperiodo** Regulación de la actividad de un organismo por la duración de los periodos de iluminación o de oscuridad.

<sup>16</sup> **Dobles enlaces coordinados** Parte de una molécula en la que en su cadena de carbonos se alternan enlaces sencillos y dobles. Ejemplo - C = C - C = C - C = C -. Se forma así una nube deslocalizada de electrones en la que la llegada de un fotón puede variar el estado de oxidación de la molécula. Así se transforma energía luminosa en energía química.