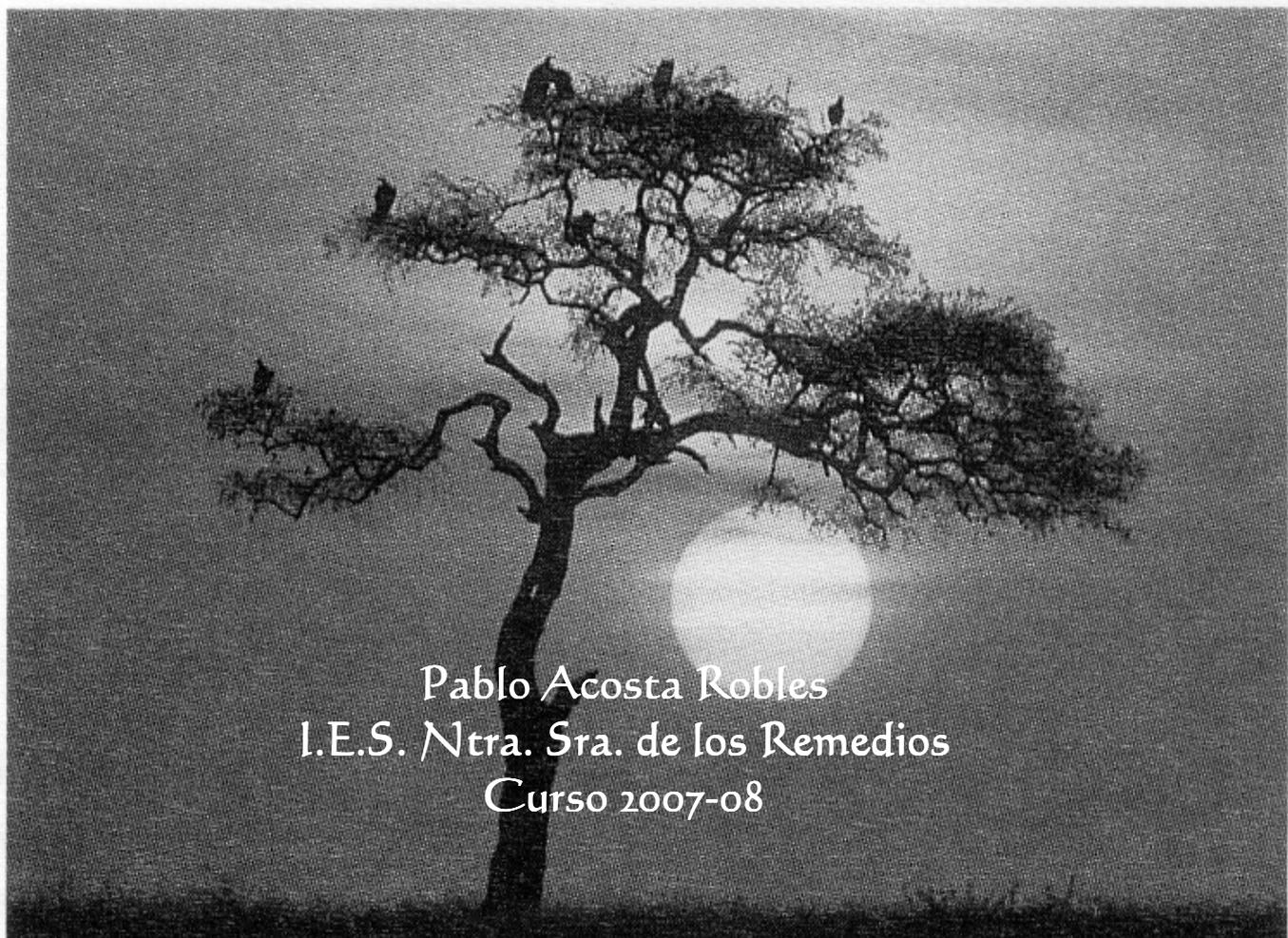


# APUNTES DE BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA DE 4º ESO



Pablo Acosta Robles  
I.E.S. Ntra. Sra. de los Remedios  
Curso 2007-08

# **TEMA 1: EL RELIEVE**

## **1.METEORIZACIÓN Y SUELOS.**

La acción química y mecánica de la atmósfera produce la destrucción de las rocas superficiales hasta originar materiales sueltos; este proceso conocido como meteorización es un paso previo a la erosión. En muchas regiones la meteorización se produce a la vez que tiene lugar la acción de los seres vivos: los organismos, además de contribuir a disgregar la roca inicial, incorporan materia orgánica. Cuando sólo interviene la meteorización el material suelto resultante se llama regolita; si también intervienen los seres vivos se llama suelo.

La meteorización puede ser física o química. La meteorización física o mecánica produce una fragmentación de la roca en partes menores en la que cada fragmento mantiene la misma composición química de la roca inicial mientras que en la meteorización química aparecen nuevos compuestos químicos.

El caso más evidente de meteorización física es la gelifracción o rotura de las rocas por la acción del hielo: el agua líquida penetra en las grietas, se congela y, puesto que el hielo ocupa más volumen, presiona sobre las paredes de la grieta hasta fracturar la roca. La gelifracción es típica de los climas periglaciares, es decir, de las zonas donde la temperatura desciende a bajo cero y vuelve a sobre cero al menos cien días al año. En el paisaje la acción de la gelifracción se reconoce en los canchales, acumulaciones de fragmentos angulosos al pie de las laderas. Más discutible es el fenómeno de rotura de rocas en los desiertos por cambios bruscos de temperatura; lo más probable es que sólo se produzca una descamación de las rocas.

La meteorización química produce una alteración de la composición química de la roca inicial. Una posibilidad es que los minerales sufran una hidratación, es decir incorporen agua en su estructura, lo que significa un aumento de volumen que origina una serie de tensiones dentro de la roca que provocan su disgregación. Otras veces el agua disuelve determinados elementos químicos, los arrastra dejando la roca más porosa, menos coherente y, por tanto, más vulnerable a la erosión. En los dos casos anteriores el agua tiene un papel destacado y en otros casos, como en la oxidación, acelera la reacción química. Por esta razón son las zonas húmedas las que sufren una meteorización más intensa.

Si sobre el material de partida, además de la meteorización, actúan los seres vivos resulta un material especial denominado suelo. La Edafología define suelo como una capa de material suelto que ocupa la superficie de la tierra, generalmente con un espesor inferior al metro, y que resulta de la alteración de una roca madre infrayacente por acción de la atmósfera y de los seres vivos. Hay que insistir en que un sedimento no puede ser considerado suelo ni tampoco un material de alteración sin la intervención de los seres vivos.

Los suelos incluyen poros que están ocupados por agua y aire, ambos imprescindibles para los seres vivos. Los componentes sólidos del suelo se suelen clasificar en orgánicos e inorgánicos. La fracción orgánica está formada por los seres vivos, los restos y desechos de animales y vegetales, el humus procedente de la transformación de las moléculas orgánicas. La fracción inorgánica incluye granos de cuarzo, arcilla, limos, arenas, carbonato cálcico, procedentes de la rotura de la roca madre...

Los componentes del suelo no se distribuyen uniformemente. Si hacemos una zanja o corte de un suelo podemos observar en el perfil del suelo varias capas u horizontes:

- Horizonte A: es el nivel superficial que se caracteriza por la abundancia de materia orgánica.
- Horizonte B: es un nivel intermedio en el que el proceso dominante es la alteración de la roca y la aparición de componentes finos como arcilla, limos, óxidos de hierro...
- Horizonte C: en este nivel predomina la fracción inorgánica gruesa y se reconocen fragmentos de la roca madre.

Los suelos son muy importantes porque sobre ello se sustenta la vida en los continentes. Las plantas, que son la base de cualquier ecosistema, necesitan un soporte adecuado que lo proporciona el suelo. Además, en esta capa existen microorganismos (bacterias y hongos) que tienen un papel descomponedor de la materia orgánica (biodegradable) en materia inorgánica para que ésta pueda ser absorbida por los vegetales y empleada en la fabricación de nueva materia orgánica. Sin el suelo y sin los descomponedores los vegetales padecerían la falta de nutrientes.

Dada la importancia del suelo, y teniendo en cuenta su extrema delgadez (un palmo en muchos sitios) y la lentitud de su formación, es lógico pensar que su protección es indispensable. De lo contrario los suelos se pueden erosionar, los vegetales ven dificultada su existencia y con ellos todo el ecosistema.

## **2.INTRODUCCIÓN A LA GEOMORFOLOGÍA.**

Un paisaje se caracteriza por su relieve, su vegetación, sus afloramientos de rocas y las manifestaciones de las actividades humanas que se aprecian en él. De estos componentes del paisaje prestaremos especial atención al relieve, es decir la superficie natural de la Tierra con sus valles, montañas, llanuras, etc. Este es el objeto de estudio de la geomorfología, literalmente ciencia que estudia la “forma” de la Tierra.

El relieve es el resultado de tres procesos fundamentales: erosión, transporte, sedimentación. La erosión es el proceso de destrucción o desmantelamiento del relieve y requiere que, con anterioridad, las rocas se alteren y se transformen en materiales sueltos (meteorización). Los materiales, una vez arrancados de su lugar de origen, viajan hacia zonas más bajas en donde tiene lugar la sedimentación que es la inmovilización y acumulación de los materiales que pasan a denominarse sedimentos.

El transporte no deja huellas en el relieve; los otros dos procesos sí. Ello permite hacer una primera clasificación de las formas de relieve: formas erosivas y formas

sedimentarias. Así, por ejemplo, una garganta es una forma erosiva mientras que una llanura al pie de una sierra es una forma sedimentaria.

Los procesos de erosión, transporte y sedimentación se deben a los llamados agentes geológicos externos que son: las aguas que se deslizan por la superficie terrestre, tanto sin cauce (aguas de arroyada o aguas salvajes) como encauzadas (ríos y torrentes), el hielo de los glaciares, el viento y las olas del mar.

La superficie terrestre es modelada por los agentes que acabamos de citar pero la eficacia de estos agentes depende de varios factores. Por ejemplo, las zonas con mayores pendientes sufren procesos erosivos más intensos que las de topografía suave. La vegetación también es un factor a tener en cuenta: la cubierta vegetal actúa como protección frente a la erosión del agua de lluvia; por eso cuando se incendia un monte se activa la erosión del suelo. El clima es un factor más importante todavía ya que el clima determina la vegetación, el tipo de meteorización, el agente geológico dominante y la intensidad con que actúa (el viento es importante en las zonas tropicales desérticas, el agua en las zonas templadas, los glaciares en las zonas polares...). Finalmente, el tipo de roca de una región influye enormemente en el relieve resultante como se manifiesta en los tres casos siguientes:

- En regiones constituidas por gravas y arenas sueltas la erosión es muy intensa y pueden desarrollarse regueros en la superficie y, más tarde, abarrancamientos y cárcavas. Si entre los materiales sueltos hay bloques, éstos serán más difícilmente erosionables y pueden proteger de la erosión a los sedimentos situados por debajo; esto es lo que ha ocurrido en las famosas chimeneas de hadas.
- En las regiones graníticas es típico un paisaje llamado berrocal o paisaje en bolas: aparecen bloques de aproximadamente un metro cúbico y subsféricos rodeados de un material suelto de tipo arena. Esto se debe a que el granito es una roca muy sensible a la meteorización química.
- En los alrededores de Ubrique son frecuentes las calizas, rocas que se reconocen en el paisaje porque suelen dar escarpes muy pronunciados. En lenguaje popular se dice de ellas que son rocas muy "duras". Efectivamente son rocas muy resistentes a la erosión mecánica pero, al mismo tiempo son rocas que pueden erosionarse intensamente por disolución química. El resultado es un paisaje con formas caprichosas, a veces de aspecto ruiforme que se denomina karst o paisaje kárstico. Sobre la superficie de la roca el agua forma en ocasiones unos regueros o canalillos que se conocen como lapiaz. Formas de disolución de rango mayor son las dolinas: se trata de depresiones cerradas, de fondo más o menos plano y arcilloso, rodeadas de roca caliza. Las gargantas o cañones son valles de paredes casi verticales excavados por cursos de agua que profundizan progresivamente en la roca caliza. Es posible que muchas gargantas sean antiguas galerías subterráneas cuyo techo se hundió.

Buena parte del agua se infiltra por grietas y continúa disolviendo la roca en profundidad excavando cuevas y galerías. Si la conexión con el exterior es un pozo vertical de muchos metros de caída se trata de una sima. En una red compleja de galerías debemos pensar que en las partes más bajas las galerías

estarán ocupadas por agua, en ellas puede estar actuando la disolución y la formación de la cueva. Pero en las partes más altas las cavidades están casi vacías y gotea agua desde arriba, el agua llega cargada del carbonato cálcico tomado de las rocas suprayacentes; este goteo origina las puntiagudas estalactitas que penden del techo y las algo más romas estalagmitas que se levantan desde el suelo.

### **3.ALGUNOS MODELADOS.**

#### **a)El modelado fluvial.**

Los ríos son los principales agentes geológicos en las zonas templadas. En su curso alto predomina la erosión que provoca la aparición de valles en V cuya mayor o menor apertura depende de la naturaleza de las rocas. Cuando las rocas son muy coherentes se forman gargantas que son valles con fuertes pendientes.

La sedimentación fluvial tiene lugar en el curso bajo de los ríos. La acumulación de sedimentos finos durante las crecidas de los ríos hace que se desarrollen amplias superficies planas conocidas como llanuras de inundación o vegas; son lugares ideales para la agricultura. Frecuentemente las vegas están recorridas por ríos meandriformes.

El curso medio de los ríos tiene características intermedias; en él se dan procesos erosivos y sedimentarios. A veces el perfil transversal del valle muestra escalones o terrazas que resultan de la alternancia de períodos erosivos con períodos de sedimentación.

#### **b)Modelado de las zonas desérticas.**

Las zonas áridas están desprovistas de vegetación y eso hace que estén muy expuestas a la acción del viento, el principal agente geológico de estas regiones.

En los desiertos rocosos la acción predominante es la erosiva. La fuerza del viento, más o menos cargado de arena, golpea las rocas y excava en ellas huecos o alvéolos. En los desiertos pedregosos (hamada o reg) el viento ha barrido la superficie (deflacción) llevándose la arena y las partículas más finas y dejando sólo las piedras.

Los materiales arrancados de las zonas rocosas y pedregosas se acumulan en los desiertos de arena o erg. La forma típica de estos depósitos son las dunas, que se van desplazando bajo la acción del viento por saltación de las partículas de arena sobre la superficie suave de la duna, depositándose en el otro lado de la duna. Las dunas suelen presentar unas ondulaciones de tamaño centimétrico llamadas ripples.

#### **d) Modelado glaciar.**

Los glaciares son ríos de hielo que bajan las montañas desde las zonas de nieves perpetuas hasta alcanzar cotas en las que el hielo se funde y el glaciar se convierte en río.

Los glaciares son los agentes erosivos más potentes que hay en la naturaleza pero su acción no se muestra hasta que el glaciar desaparece, tal vez por un cambio

climático. Los circos glaciares de antiguos glaciares se reconocen porque en ellos la erosión ha excavado depresiones más o menos circulares que son ocupadas por lagunas de alta montaña. El valle por el que avanzaba la lengua glacial se reconoce porque su sección transversal es una U, a diferencia de los valles fluviales cuya sección es una V.

### **c) Modelado litoral.**

La acción del mar sobre la costa produce acantilados cuando las olas van socavando la base del acantilado donde se acumulan los materiales desprendidos formando las plataformas de abrasión marina.

Los materiales arrancados de la costa junto con los que proceden de ríos y torrentes se sedimentan en otros lugares de la costa. Las acumulaciones sedimentarias más frecuentes son las playas pero también hay que destacar las barras litorales, en zonas cercanas a las orillas. A veces la barra cierra un trozo de costa y se forma una laguna litoral o albufera. Cuando las barras se forman en los extremos de cabos o salientes se llaman flechas litorales. Si la barra une un islote con la costa se denomina tómbolo.

### **4. UN CASO REAL.**

*Cada campesino de Assam, una región situada en la India, al pie del Himalaya, explotaba una pequeña parcela de terreno en bancales construidos en las laderas de las montañas. Le bastaba para su supervivencia y la de su familia.*

*Pero, un día, unos empresarios procedentes de Calcuta comenzaron a explotar la madera de los bosques. Tras la llegada de los madereros, las selvas se achicaron. Los campesinos fueron obligados a ir a buscar cada vez más lejos la leña necesaria para guisar sus alimentos, así como nuevas tierras para cultivar. Los incendios de selvas se multiplicaron. Como la vegetación no tenía tiempo de volver a crecer antes de las lluvias del monzón, la erosión atacó a los suelos.*

*Privado de sus pastos tradicionales, el ganado se convirtió en un factor de destrucción. Como la leña era cada vez más rara, hubo que utilizar las boñigas de los animales para cocinar los alimentos, lo que privó a las tierras de su mejor abono. Los rendimientos descendieron. La degradación del suelo se aceleró. A causa de la deforestación dejó de retenerse el agua. Los manantiales se secaron, los depósitos se vaciaron, las capas freáticas perdieron agua.*

*Como la zona sufría la mayor pluviosidad anual -hasta 11.000 litros de agua-, la tierra arable y el humus fueron arrastrados a cada monzón hacia las llanuras, dejando la roca al descubierto. Al cabo de algunos años toda la región se había convertido en un desierto. Sus habitantes no tuvieron más remedio que irse. ¡Irse a la ciudad que los había arruinado.*

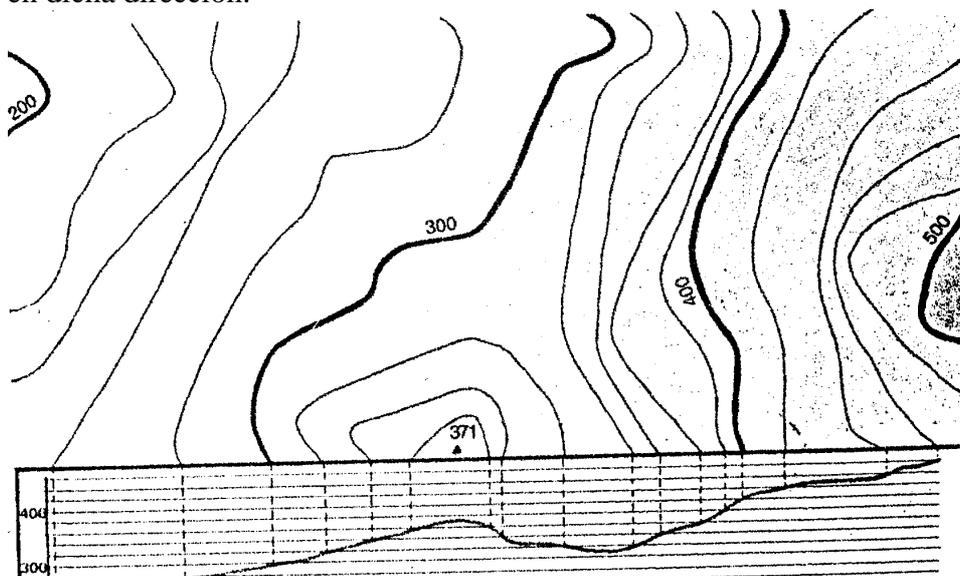
## 5.EL MAPA TOPOGRÁFICO.

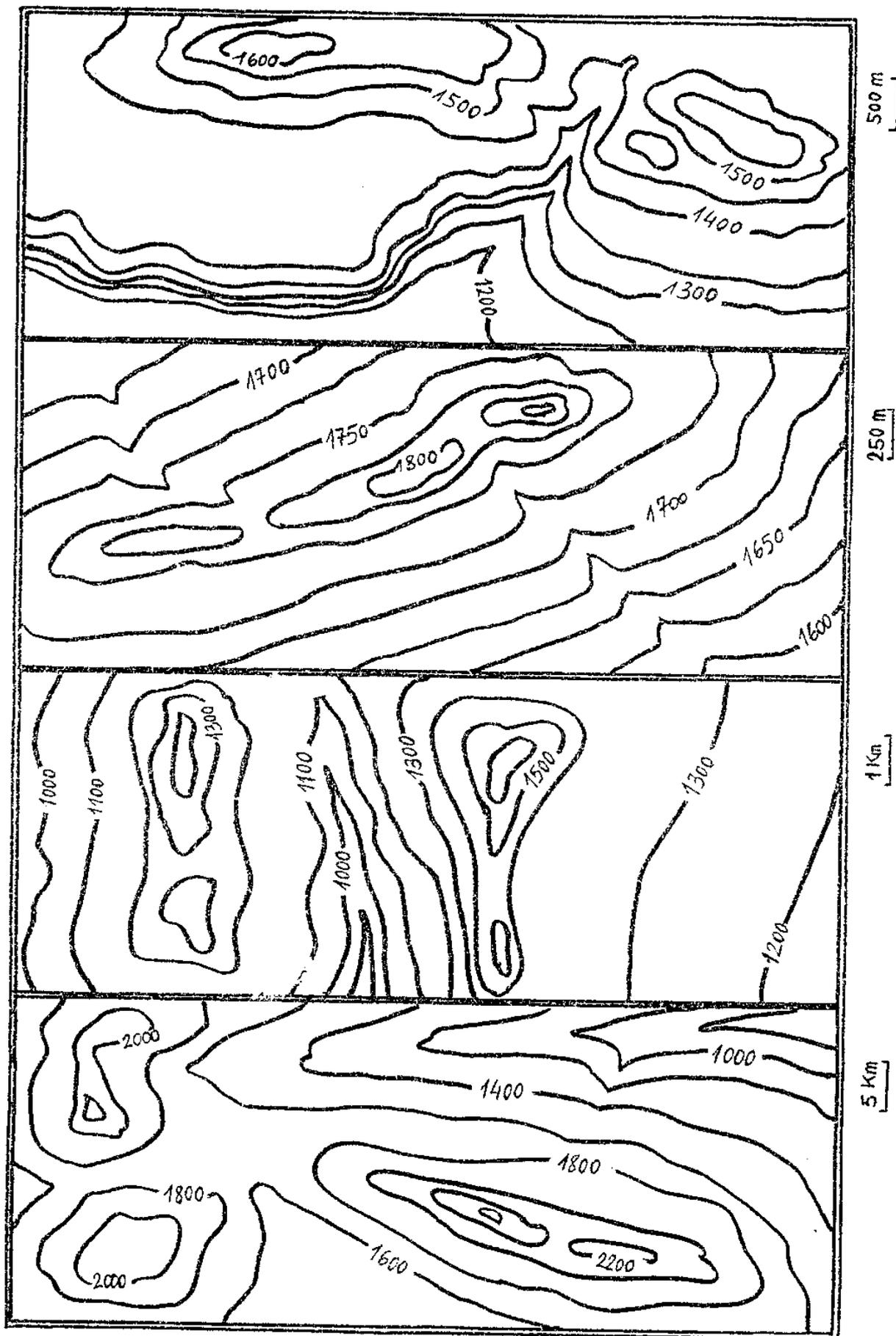
Los mapas son representaciones a escala de la realidad, entendiendo por escala el cociente entre las distancias medidas sobre el mapa y las correspondientes distancias reales en el terreno. Así, una escala 1:100.000 quiere decir que por cada unidad medida en el mapa existen 100.000 unidades en la realidad (por ejemplo, 1 cm del mapa equivale a 100.000 cm en la realidad).

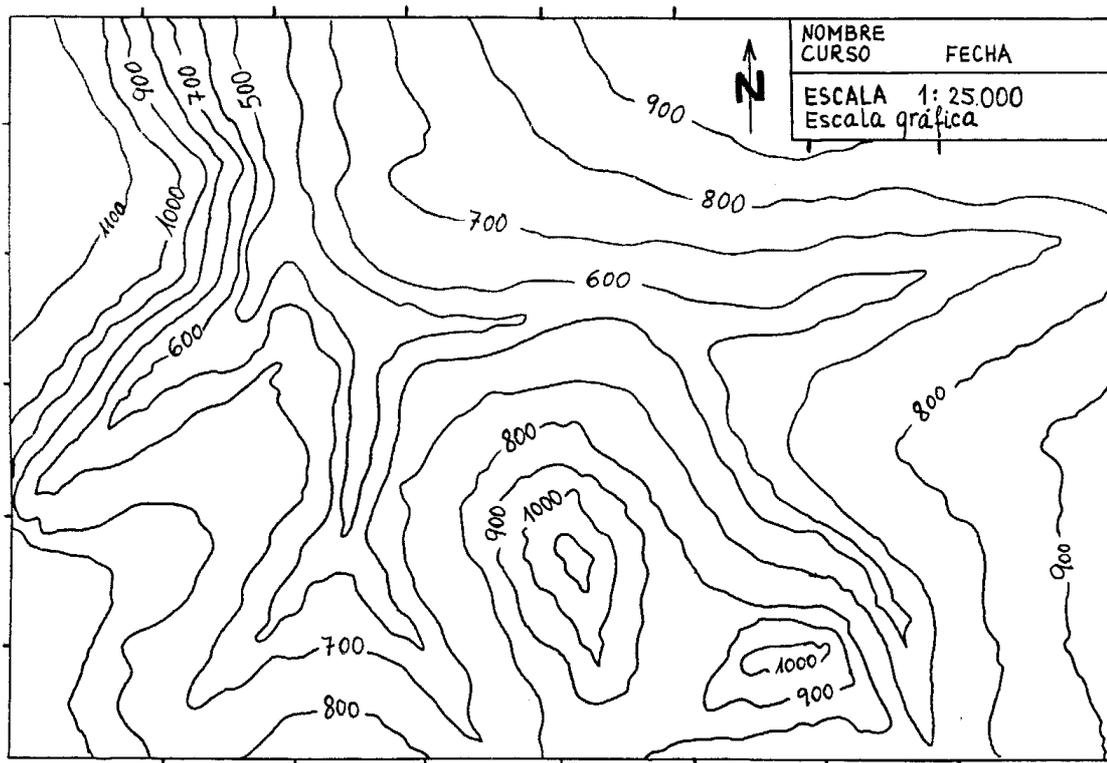
El mapa topográfico es un tipo de mapa que pretende representar la superficie de un terreno con sus principales accidentes físicos, montañas, valles y ríos de la zona. En los mapas topográficos el relieve se representa mediante las curvas de nivel. Éstas son líneas que unen puntos situados a igual altitud. La altura de una curva sobre el nivel del mar se denomina cota. La equidistancia entre curvas de nivel es la diferencia de altura entre dos curvas consecutivas.

En las montañas o elevaciones las curvas de nivel de menor altitud envuelven a las de mayor cota mientras que en las depresiones ocurre lo contrario. En los valles y barrancos las curvas tienen forma de V y las curvas de mayor cota envuelven a las de menor altura.

Los perfiles o cortes topográficos se realizan para estudiar la forma que tiene el relieve en una dirección dada. El “corte” es la intersección del plano vertical con el relieve en dicha dirección.







**OBJETIVOS MÍNIMOS DEL TEMA “EL RELIEVE”.**

1. Explicar el concepto de meteorización y sus tipos.
2. Explicar qué es un suelo y cuáles son sus componentes.
3. Explicar cómo se forma un suelo y cuánto tarda en formarse.
4. Relacionar la fragilidad de los suelos con la desertización.
5. Enumerar los procesos, agentes y factores que determinan el relieve.
6. Dada la fotografía de una zona determinar los componentes del paisaje, los principales accidentes geomorfológicos e interpretar su origen.
7. Adquirir un vocabulario básico de geomorfología que permita asignar un término preciso a cada elemento de relieve.
8. Describir e interpretar el paisaje de los alrededores de Ubrique.
9. Resolver sencillos problemas de escala aplicados a mapas.
10. Definir equidistancia y curva de nivel.
11. Identificar en un mapa topográfico los valles, las montañas, las zonas llanas y las de fuerte pendiente.
12. Realizar cortes topográficos.

# **TEMA 2: PROCESOS GEOLÓGICOS INTERNOS Y TECTÓNICA DE PLACAS.**

## **1.LAS DEFORMACIONES DE LAS ROCAS.**

Los pliegues son zonas en las cuales las rocas han sido sometidas a fuerzas de compresión de forma continuada durante mucho tiempo. Debido a ello, los materiales se han plegado formando una ondulación. No es raro encontrar pliegues en rocas muy rígidas; cuando se produjo el plegamiento las rocas se encontraban a gran profundidad donde las elevadas temperaturas hacen que las rocas se comporten plásticamente.

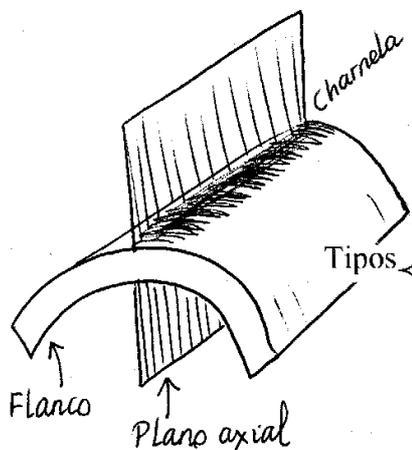
Cuando las rocas tienen un comportamiento rígido ante los esfuerzos no se pliegan sino que se fracturan. Si hay desplazamiento a lo largo de la fractura ésta se denomina falla. Podemos encontrar tres tipos de fracturas:

- Fallas normales. Causadas por la actuación de fuerzas de distensión o divergentes, es decir, movimientos de separación.
- Fallas inversas. Debidas a fuerzas de compresión o convergentes, es decir, movimientos de aproximación.
- Fallas de desgarre. Producidas por un desplazamiento lateral de un bloque respecto al otro. Se producen por fuerzas que actúan en la misma dirección, pero en sentido contrario. El desplazamiento puede ser de varios centenares de kilómetros.

Se forma un pliegue-falla cuando los estratos de un pliegue se rompen. Si los materiales superiores se desplazan sobre los inferiores, se origina un manto de corrimiento.

## ESTRUCTURAS DE DEFORMACIÓN

### PLIEGUES



Según la convexidad

Anticlinal

Sinclinal

Según la inclinación  
Del plano axial

Recto

Inclinado

Tumbado

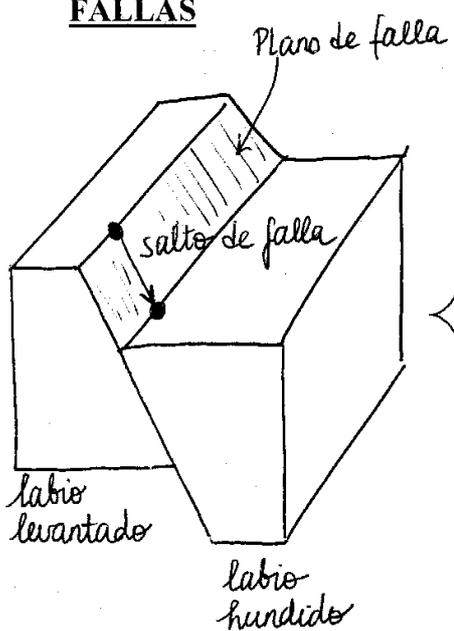
Según la separación  
De los flancos

Abierto

Cerrado

Isoclinal

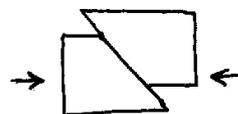
### FALLAS



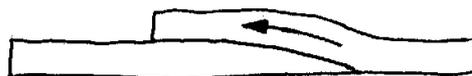
Falla normal



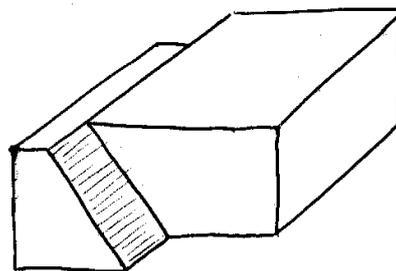
Falla inversa



Manto de cabalgamiento

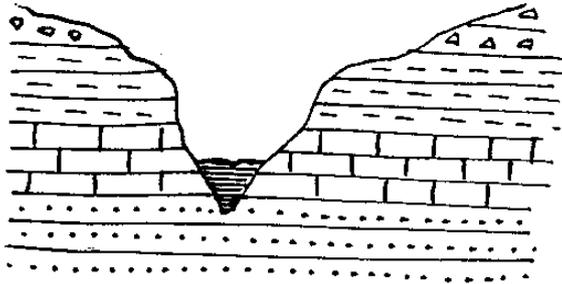


Falla de desgarre

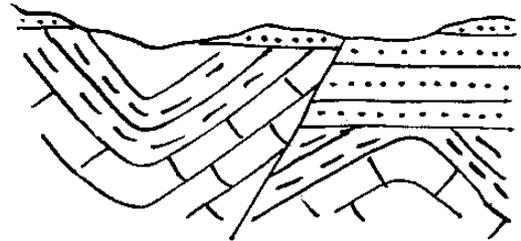


CORTES GEOLÓGICOS.

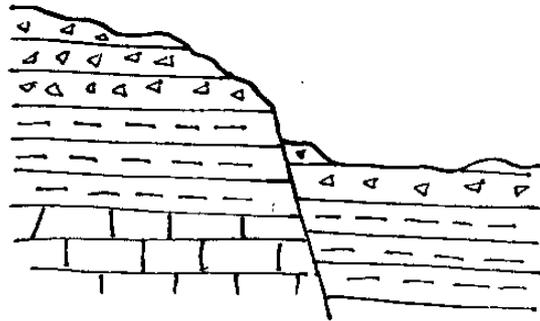
1.



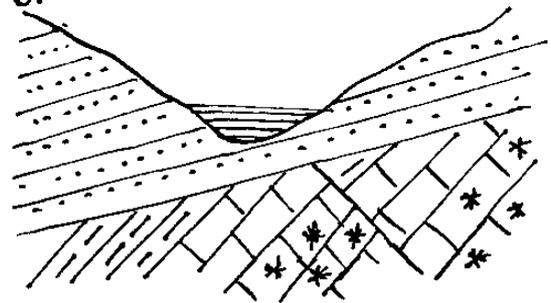
5.



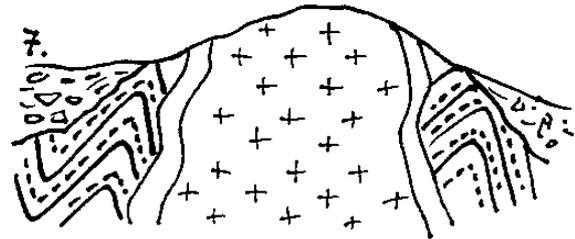
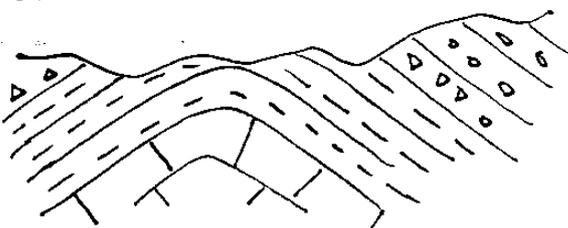
2.



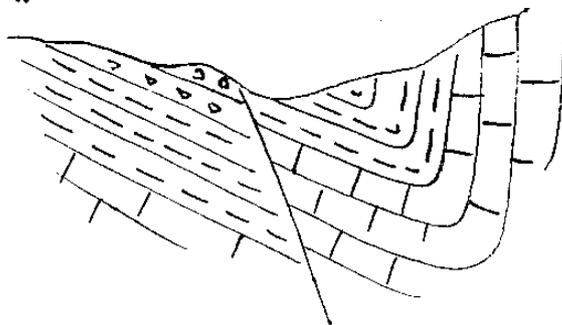
6.



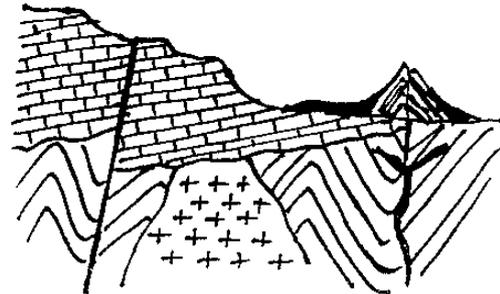
3.



4.



8.



## **2.LOS TERREMOTOS Y EL INTERIOR DE LA TIERRA.**

Los terremotos son, junto con los volcanes, los fenómenos más espectaculares con los que se manifiesta la energía interna de la Tierra. La mayoría de los terremotos se producen cuando hay un movimiento en una zona de falla. Las fallas pueden tener una vida larga pero la mayor parte de su historia es de calma; durante esas fases de calma se acumulan tensiones entre los dos bloques separados por la falla; hasta que bruscamente se libera la tensión produciéndose un desplazamiento entre ambos bloques que se deja sentir en la superficie como un temblor.

Cada vez que se produce un sismo o terremoto un haz de ondas sísmicas atraviesa la Tierra desde el foco o hipocentro hasta el epicentro, el punto de la superficie donde el temblor se siente con más intensidad. Los sismógrafos son unos aparatos que dibujan los sismogramas, es decir líneas continuas en las que repentinamente se intercalan picos que marcan los terremotos. La altura del pico es proporcional a la magnitud del terremoto.

Entre las ondas sísmicas nos interesa destacar los dos tipos siguientes:

- Las ondas P o primarias son las más rápidas y las primeras en llegar, de ahí su nombre. Se caracterizan porque atraviesan medios líquidos y sólidos.
- Las ondas S o secundarias son más lentas que las anteriores, llegan en segundo lugar y se caracterizan porque no atraviesan los líquidos. El estudio de las ondas S es muy importante para establecer si la Tierra tiene alguna capa líquida.

El desfase entre la llegada al sismógrafo de las ondas P y la llegada de las S permite calcular a qué distancia se ha producido el terremoto.

Los datos sobre las ondas sísmicas se pueden recoger también en los llamados gráficos de velocidad de propagación de ondas sísmicas: en el eje de abscisas se coloca el camino recorrido por las ondas, desde la superficie del planeta hasta el centro, y en el eje de ordenadas la velocidad de las ondas sísmicas.

La velocidad de las ondas sísmicas varía en función de las características del material atravesado: es mayor cuanto mayor sea la rigidez del material. Se suelen representar conjuntamente la variación de velocidad de las ondas P ( $V_p$ ) y la de las ondas S ( $V_s$ ). El diseño es el de dos curvas paralelas apareciendo debajo la curva correspondiente a las ondas S puesto que su velocidad es menor.

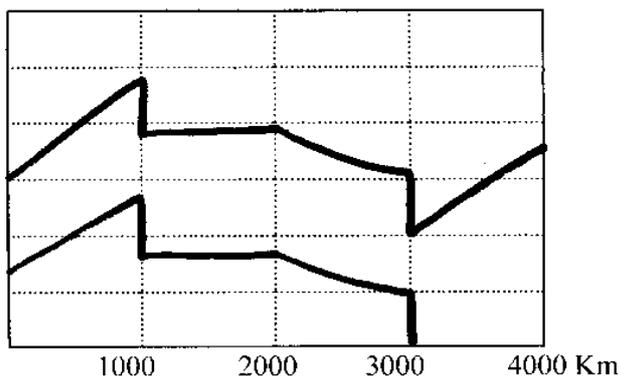
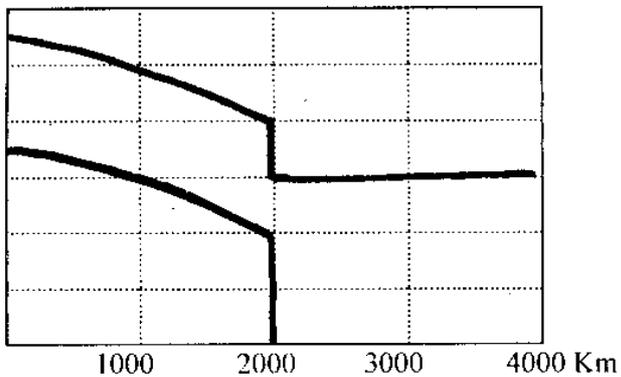
Las curvas de variación de velocidad de ondas sísmicas no suelen ser trazos continuos sino que muestran escalones, cambios bruscos e incluso interrupción de las ondas S. Estas anomalías corresponden a superficies que separan zonas con distintos materiales.

## DIAGRAMAS DE VELOCIDAD DE ONDAS SÍSMICAS.

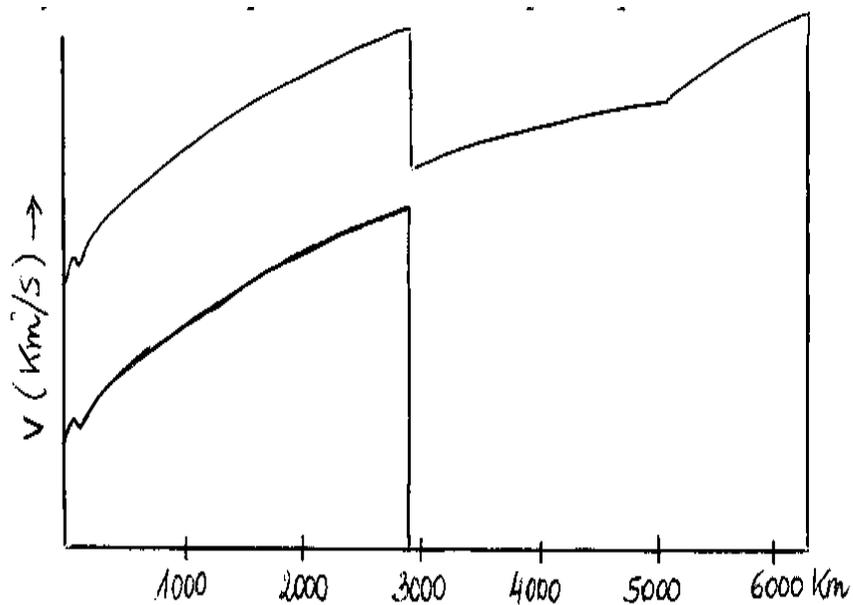
Para interpretar un diagrama de velocidad de ondas sísmicas hay que seguir el siguiente procedimiento:

- Reconocer las discontinuidades sísmicas y el número de capas del planeta representado en el diagrama. Las discontinuidades se reconocen como cambios bruscos en la pendiente de las curvas.
- Indicar el estado físico de cada capa teniendo en cuenta que las ondas S no viajan por los líquidos.
- Para las capas sólidas indicar como es la rigidez, es decir si se mantiene constante o si cambia con la profundidad. La rigidez es directamente proporcional a la velocidad de las ondas P.

### 1. Interpreta los siguientes diagramas de velocidad de ondas sísmicas de planetas imaginarios.



A partir del gráfico de velocidad de ondas sísmicas de la Tierra se han establecido las diferentes capas de nuestro planeta, el estado físico de cada una de ellas y, en especial, se ha detectado un nivel plástico sobre el cual se producen los grandes desplazamientos de placas.



### **3.LA TEORÍA DE LA TECTÓNICA DE PLACAS.**

Esta teoría, cuyo nacimiento sucedió en torno al 1965, está emparentada con la deriva continental de Wegener a la que supera, incluye a la teoría de la expansión oceánica y se apoya también en datos geofísicos sobre el interior de la tierra.

#### **a)La deriva continental.**

Wegener planteó a principios del siglo XX que los continentes se movían y que, al desplazarse podían chocar uno con otros formándose cordilleras en las zonas de sutura. Además consiguió unir los bordes de los continentes actuales en un gran supercontinente o Pangea que debió existir hace 250 millones de años. Wegener aportó numerosas pruebas para demostrar su teoría:

- El encaje de costas, especialmente el que existe entre las costas de África y las de América.
- El perfecto ajuste de rasgos geológicos, como cordilleras o afloramientos de, determinadas rocas, cuando se enlazan los continentes situados en el hemisferio sur.
- La existencia en casi todos los continentes de rocas indicadoras de paleoclimas muy diferentes a los actuales, por ejemplo sedimentos de origen glaciar en plena África. Según Wegener tales cambios se deben a que los continentes han cambiado de posición, de latitud y, por tanto de zona climática: África llegó a estar situada en el polo sur.
- Estudiando fósiles de la misma edad en África y América del Sur, se observan curiosas coincidencias. A veces aparece el mismo fósil aunque se sepa que pertenece a un organismo que, por su forma de vida, nunca pudo cruzar el Atlántico.

A pesar de todas estas pruebas los detractores de Wegener consiguieron casi apagar sus ideas que no fueron resucitadas hasta mitad del siglo XX y sobre todo hasta los años sesenta. Hoy se acepta la movilidad de los continentes aunque se rechazan elementos de la teoría de Wegener. Especialmente es criticable su modelo de bloques continentales moviéndose sobre la corteza oceánica; sabemos que se mueven entidades mayores, las placas, y que los continentes viajan sobre ellas.

#### **b)La expansión oceánica.**

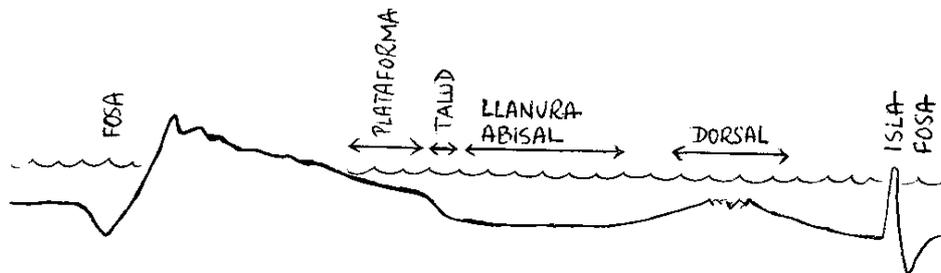
En los años cincuenta, con la tecnología desarrollada en la Segunda Guerra Mundial para detectar submarinos, se llegó a obtener un mapa de los fondos oceánicos. La técnica empleada fue la del sonar: emitir ondas desde un barco al fondo marino y esperar el regreso de las ondas al barco después de haber rebotado en el fondo; cuanto más tardara en llegar la onda más profundo sería el fondo.

Buques oceanográficos surcaron los mares y proporcionaron una imagen nunca vista de los mares, Revelaron poderosos relieves submarinos; una cordillera llamada dorsal que divide al Atlántico en dos partes iguales y que se prolonga hacia el Índico y el Pacífico; además profundas depresiones alargadas, fosas de hasta 10.000 de profundidad. Cuando los geólogos contemplaron esa imagen cambiaron sus objetivos:

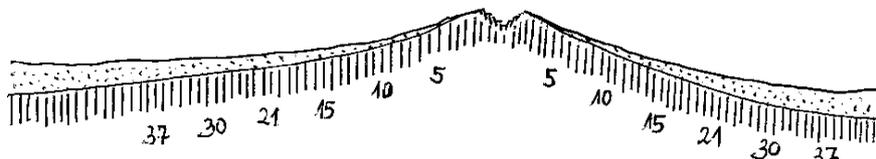
ya no se trata simplemente de resolver el origen de las montañas, sino conseguir un modelo de dinámica cortical capaz de explicar las cordilleras, las dorsales y las fosas.

Los buques oceanográficos mediante sondeos y batiscafos proporcionaron más información sobre la naturaleza de los fondos oceánicos. Aunque parcialmente cubiertas de sedimentos, las rocas dominantes eran volcánicas del tipo del basalto, frecuentemente redondeadas por lo que se conocen como lavas almohadilladas; la misma dorsal resultó ser una fisura volcánica.

Se detectó que el espesor de la cubierta sedimentaria aumentaba desde la dorsal hacia el continente. También llamó la atención que los basaltos en la zona de la dorsal son recientes y que su edad aumenta hacía el continente. Con estos datos, en el año 1960, Hess formuló su teoría de la expansión oceánica. Según esta teoría la continua inyección de materiales magmáticos en la zona de la dorsal hace que aumente la anchura de los océanos (más exactamente aumenta la litosfera oceánica) y, por tanto varía la distancia la distancia entre continentes. Este es pues el verdadero mecanismo de deriva continental que tanto le hubiera gustado conocer a Wegener.

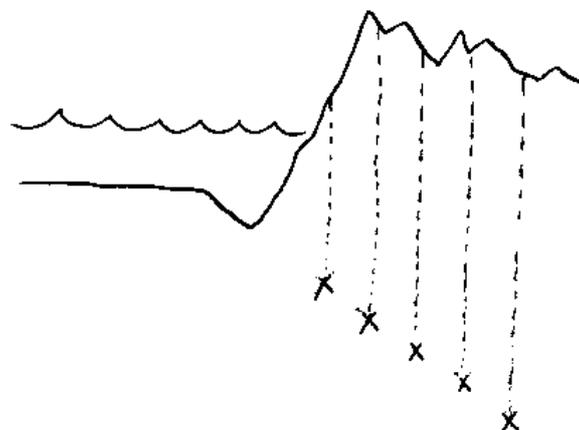


Edad de las rocas y espesor de la capa sedimentaria en los alrededores de la dorsal oceánica:



### c)El plano de Benioff y la subducción.

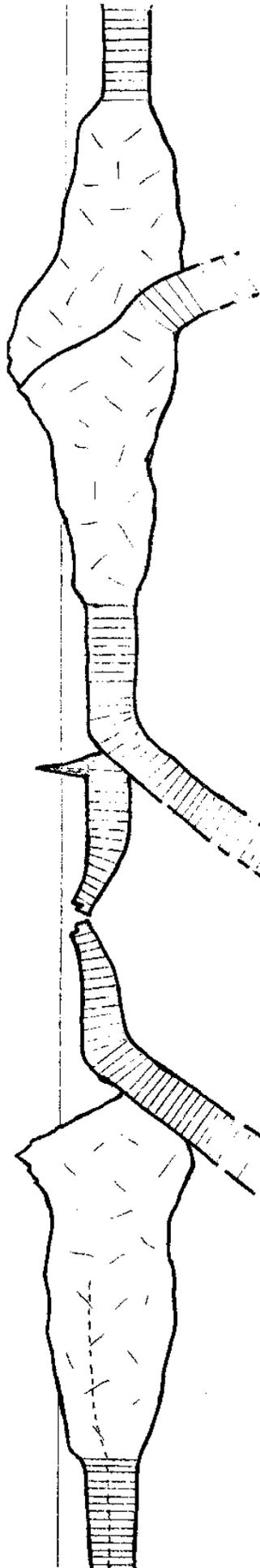
Los estudios de terremotos producidos en zonas de fosa han arrojado el siguiente dato: la profundidad de los hipocentros aumenta desde la fosa hacia el continente (o hacia la isla volcánica), hasta un máximo de 700 Km. La interpretación la debemos a Benioff que afirma que la litosfera oceánica se introduce en el manto siguiendo un ángulo de unos 45°. Este fenómeno se denomina subducción y es fundamental para la tectónica de placas porque explica:



- La destrucción de la litosfera oceánica para compensar la creación en las dorsales.
- Las fosas y las cordilleras perioceánicas.
- La colisión y las cordilleras intracontinentales como la consecuencia de la subducción completa de la litosfera oceánica entre dos continentes.
- Los terremotos como consecuencia del movimiento de placas.
- El vulcanismo debido al roce de las placas.

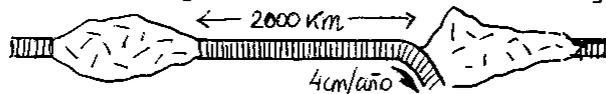
#### **d)Resumen de la teoría de la tectónica de placas.**

- La litosfera es la capa externa de la Tierra, hasta 100 km aproximadamente, y se caracteriza por ser rígida.
- La litosfera es diferente en continentes y océanos: hay una litosfera continental y una litosfera oceánica, esta última más delgada y más densa.
- La litosfera está dividida lateralmente en placas: los límites de las placas coinciden con dorsales, fosas y fallas transformantes.
- Las placas litosféricas se comportan como bloques rígidos que se mueven entre sí, desplazándose sobre la astenosfera que tiene un comportamiento plástico .
- La generación de litosfera oceánica por intrusión de lavas provoca la expansión del fondo oceánico a ambos lados de las dorsales y la deriva continental.
- En las fosas o zonas de subducción se produce compresión de placas siendo consumida una de ellas, destruyéndose litosfera oceánica y generándose una cordillera perioceánica tipo Andes (o un arco de islas volcánicas). Cuando se consume toda la litosfera oceánica entre dos continentes se produce la colisión y la formación de una cordillera intracontinental tipo Himalaya.
- Los movimientos de las placas son los responsables de que en los bordes de éstas se produzcan manifestaciones sísmicas, volcánicas, plutónicas, metamórficas, etc.
- Corrientes de convección en el manto causan el movimiento de las placas.



1.- Sabiendo que el Atlántico crece aproximadamente 3 cm/año podemos deducir que América estaba más cerca de España cuando fue descubierta por Cristóbal Colón. ¿Cuánto más cerca?

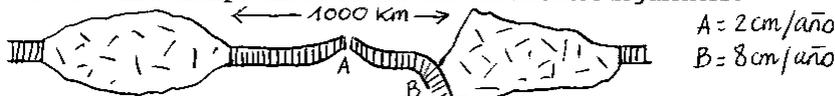
2.- ¿Dentro de cuánto tiempo chocarán los dos continentes siguientes?



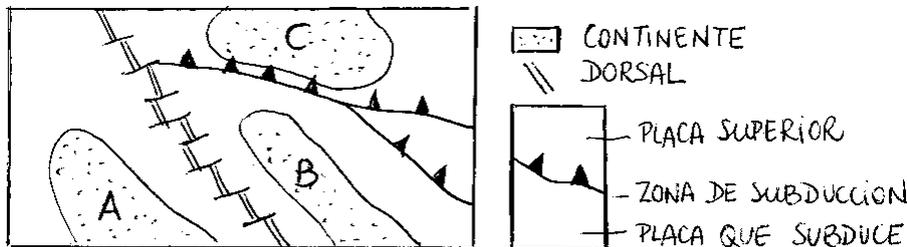
3.- Observa el siguiente dibujo. ¿Chocarán los dos continentes? Razona tu respuesta.



4.- ¿Dentro de cuánto tiempo chocarán los dos continentes siguientes?



5.- El siguiente es un mapa de las placas de un planeta imaginario. a) ¿Chocarán algunos continentes? ¿Cuáles? b) ¿Se formarán nuevas cordilleras? c) Señala con \*\*\*\*\* las cordilleras periocéánicas y con ooooo los arcos de islas.



6.- Señala en un mapa mundi: Himalaya, Andes, Pirineos, archipiélago de Japón, Urales, Rift Valley, Alpes, Apalaches, Cordillera Bética, falla de San Andrés.

### OBJETIVOS MÍNIMOS DEL TEMA “PROCESOS GEOLÓGICOS INTERNOS Y TECTÓNICA DE PLACAS”.

1. Explicar de qué depende el comportamiento plástico o rígido de las rocas.
2. Dado un corte geológico indicar el nombre preciso de las estructuras de deformación y enumerar las principales etapas de la historia geológica de la región representada.
3. Dado un sismograma indicar el número de terremotos registrados, su magnitud relativa, la distancia a la que se ha producido el terremoto y el estado físico de los materiales atravesados por las ondas sísmicas.
4. A partir de un gráfico de velocidad de ondas sísmicas de un planeta imaginario explicar razonadamente cuál es la estructura de ese planeta (y viceversa).
5. Dibujar un esquema que muestre las diferentes capas de la Tierra y su estado físico.
6. Explicar cómo se forman las grandes cordilleras de montañas.
7. Explicar cómo se separan y se acercan los continentes.
8. Hacer un dibujo del fondo marino con sus relieves más importantes.
9. Indicar dónde se localizan los volcanes y terremotos y explicar las causas que los originan.
10. Resolver problemas a partir de cortes y mapas en los que se muestran los límites de placas.
11. Enumerar los datos de que disponen los geólogos que han conducido a la formulación de la teoría de la tectónica de placas.

# TEMA 3: EVOLUCIÓN.

## 1.FORMACIÓN DEL UNIVERSO, DEL SISTEMA SOLAR Y DE LA TIERRA.

Se ha calculado que el Universo tiene una edad aproximada de 15.000 millones de años. De acuerdo al fenómeno conocido como big-bang, toda la materia (en forma de partículas como protones, neutrones y electrones) y la energía se encontraban concentradas en un punto determinado del espacio, hasta que esta acumulación tan «caliente» y tan «densa» explotó, lanzando la materia a gran velocidad en todas las direcciones del espacio.

Posteriormente, en diferentes lugares del Universo, se produjeron concentraciones de materia por acción de la gravedad. El choque de las partículas que integraban esas concentraciones provocó que éstas desprendieran calor (protoestrellas) hasta que la temperatura alcanzó el valor crítico de 10 millones de grados centígrados y se iniciaron las reacciones nucleares que provocaron aún más calor (estrellas). Nuestro Sol es una estrella constituida básicamente de átomos de hidrógeno que se unen (fusión nuclear) para dar átomos de helio; en esta reacción se desprende el calor que calienta la Tierra.

A la vez que se formaba el Sol se formó la Tierra y el resto de los planetas, todos por acreción gravitatoria. Al final de este período la Tierra era una gran esfera incandescente que recibía continuos impactos meteoríticos que mantenían fundida la superficie del planeta. Cuando cesó el bombardeo meteorítico el planeta se enfrió, el vapor de agua que estaba en la atmósfera se condensó y apareció el agua líquida formándose los océanos.

## 2.TABLA DE LOS TIEMPOS GEOLÓGICOS.

FANEROZOICO	CENOZOICO	ERA CUATERNARIA		2
		ERA Terciaria	NEÓGENO	22
	MESOZOICO	ERA SECUNDARIA	PALEÓGENO	65
			CRETÁCICO	141
			JURÁSICO	195
	PALEOZOICO	ERA PRIMARIA	TRIÁSICO	230
			PÉRMICO	280
			CARBONÍFERO	345
			DEVÓNICO	395
			SILÚRICO	435
PRECÁMBRICO		JORDOVÍCICO	500	
		CÁMBRICO	600	
				4.600

Nota: La columna de la derecha refleja la fecha de inicio de cada período en millones de años (m.a.).

### **3.LA ENORME PEQUEÑEZ DE LA ABUELA TIERRA.**

El siguiente texto, modificado del libro de J. Navarro y A. Navarro (1993) publicado por Ediciones de la Torre, incluye numerosas frases con matices finalistas o lamarquistas, que no son aceptadas por el evolucionismo moderno. Descúbrelas.

*Voy a narrarte la historia de la Evolución, de la Vida, de mi madre. Para empezar, te diré que el origen de mi madre se confunde con la historia de la Tierra. Comenzaremos, pues, hablando de la Abuela: la Tierra.*

*Todo se inició hace más de cuatro mil seiscientos millones de años, una cifra tan larga que da miedo imaginarla. En aquellos tiempos la Tierra era un planeta muy joven. Había nacido un poco antes. Se formó a partir del gas y del polvo que contiene el Universo y que hace posible la existencia de estrellas y planetas. Se había enfriado y su aspecto ya era similar al que tiene hoy. Tenía continentes y océanos que antes estaban situados en lugares diferentes a los de ahora. También tenía atmósfera. Pero ésta no contenía oxígeno como la que nos rodea actualmente. Sin embargo, faltaba algo. Todo estaba desierto. No había vida. Sólo primigenios relámpagos atmosféricos perturbaban la silenciosa sucesión de días y noches. Creo que la Abuela Tierra debió aburrirse mucho durante aquellos primeros momentos.*

*El océano se movía al compás de las mareas y de las corrientes marinas primitivas. Las olas, impulsadas por los vientos, batían la superficie del desolado mar. No había flores ni pájaros. Sólo tierras y océanos calentados por el Sol y bañados por la Luna. Disueltas en el mar, flotando y viajando, se encontraban, además del agua (H<sub>2</sub>O), otras sustancias: amoníaco (NH<sub>3</sub>), anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>), nitrógeno molecular (N<sub>2</sub>)...*

*Las radiaciones solares y la electricidad de aquellos antiguos relámpagos posibilitaron que estas moléculas se descompusieran. Los átomos de oxígeno, de hidrógeno, de carbono y de nitrógeno que las forman quedaron libres y pudieron unirse de nuevo originándose nuevas y variadas sustancias o moléculas más complicadas. Y esto siguió ocurriendo durante millones y millones de años. Todos los océanos, los mares y hasta las más pequeñas charcas de agua de la Abuela Tierra se llenaron de enormes moléculas, formadas por distintas combinaciones de átomos.*

*Durante milenios, estas moléculas siguieron reaccionando químicamente, descomponiéndose y recombinándose entre ellas, gracias al trabajo del Sol y de los relámpagos primitivos. Se originaron moléculas cada vez más grandes, más largas, más complicadas... Hasta que un día, no sé cómo ni por qué, ocurrió una maravilla: una de esas moléculas fue capaz de autorreproducirse, es decir, fue capaz de hacer copias de sí misma. Estas moléculas se multiplicaron y poblaron mares y océanos. Se instalaron en aguas más frías, más cálidas, más dulces, más saladas... Se especializaron y, con el transcurrir del tiempo, se perfeccionaron.*

*Un buen día, tal vez por azar, ocurrió un nuevo prodigio: unas cuantas moléculas muy complejas se unieron tan sólidamente entre sí que formaron la primera célula. Como sabes la célula es la unidad básica del cuerpo de las plantas y de los animales. Estas primeras células surgieron en el agua. De ellas nació, hace aproximadamente 3.600 millones de años, el primer vegetal, que también fue acuático.*

*Era sencillo: tenía una sola célula. Algas unicelulares muy pequeñas, con la energía del Sol, capaces de transformar agua y sustancias minerales en elementos nutritivos que les servían para vivir y autorreproducirse.*

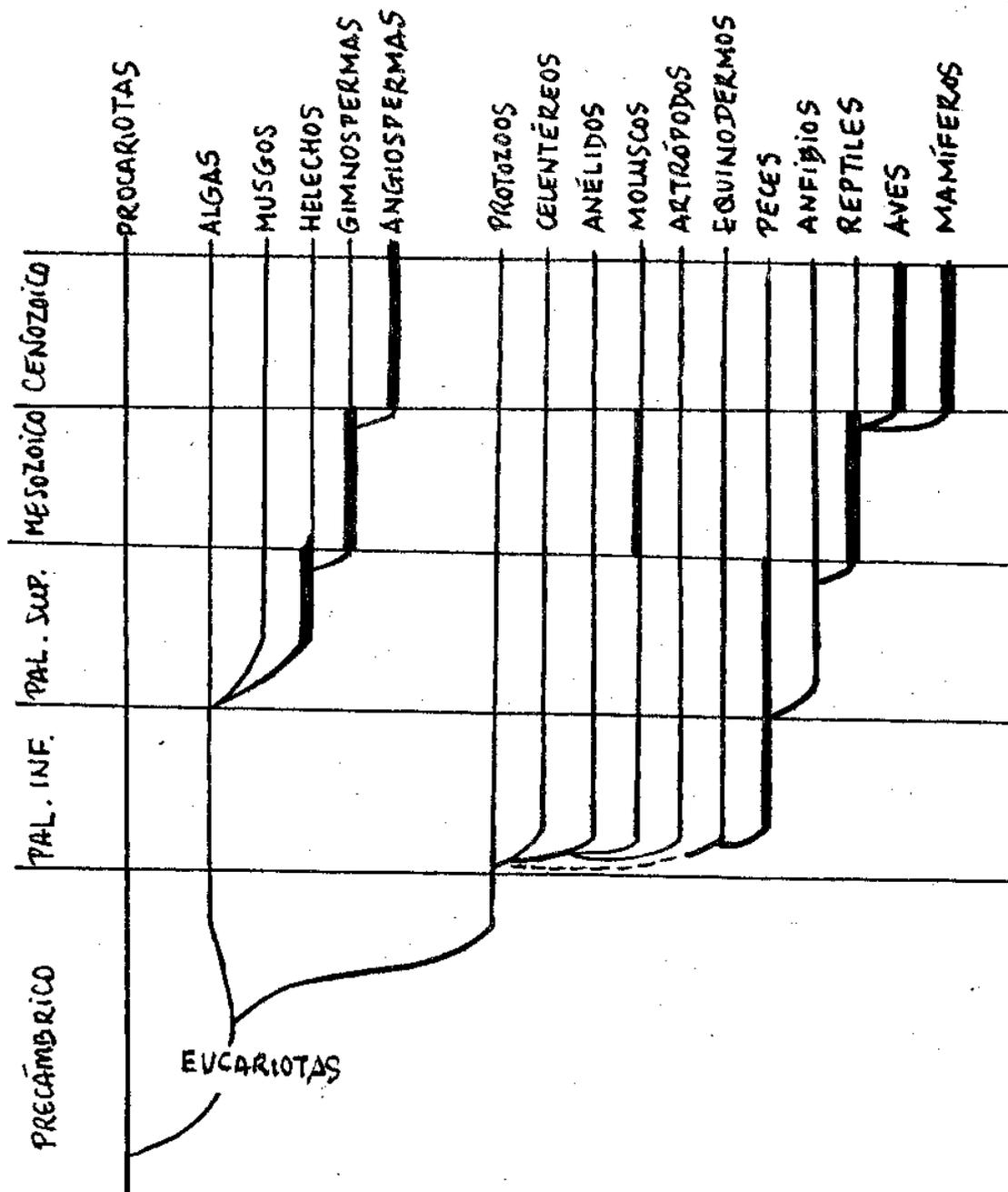
*Durante muchas generaciones se fueron adueñando de los océanos. Crecieron y se reprodujeron, adaptándose mejor a su medio. Después se originaron las primeras algas con dos, cuatro, ocho o más células, es decir, pluricelulares; éstas se hicieron más grandes, más complicadas, más complejas. Crecieron y, al final, también se apoderaron de los océanos.*

*Pero en aquellos años la Vida era poco entretenida: padres e hijos eran idénticos y los vegetales evolucionaban muy poco. Y así, aburriéndose mucho y evolucionando despacito, pasó muchísimo tiempo. Hace 2000 millones de años los vegetales marinos "inventaron" el sexo. A partir de ese momento, la información para vivir procedía de dos seres: el padre y la madre, y no solamente de uno. Este hecho contribuyó a que aumentará la diversidad, los vegetales se transformaron rápidamente originándose muchas y variadas especies que colonizaron los océanos.*

*Estos seres vivos y, en particular la fotosíntesis, obraron un gran portento: los gases de la Abuela Tierra empezaron a variar y, gradualmente, fue apareciendo más y más oxígeno. Este cambio de gases finalizó hace 1.000 millones de años y provocó la extinción de muchas especies de plantas. Pero, afortunadamente, otras sobrevivieron, adaptándose a las nuevas condiciones, y evolucionaron apareciendo más y más formas nuevas.*

*Hace 400 millones de años sólo había vida en mares y océanos. En las tierras secas no vivían animales ni tampoco plantas. No sé por qué motivo las plantas, en esos tiempos, comenzaron a poblar las playas. Salieron tímidamente del agua, se acostumbraron, a vivir en las orillas y, poco a poco, se adentraron hacia el interior de la tierra, adaptándose a su nuevo medio: el océano de aire que envuelve la superficie de océanos y mares. Sí, la atmósfera es un gran océano de aire, de oxígeno, de nitrógeno y otros gases. En este peculiar océano vivimos tú y yo. Imagino que las plantas sufrieron mucho al cambiar su confortable océano de agua por el seco océano de aire. Tal vez se vieron obligadas a emigrar desde las profundidades de las aguas para poder sobrevivir. Llegaron a las playas y allí se enraizaron y aprendieron a colonizar las tierras, hasta que alcanzaron el interior de los continentes y las faldas de las más altas montañas. Crecieron, se multiplicaron, evolucionaron y la Abuela Tierra se cubrió de grandes bosques hace, aproximadamente, 350 millones de años.*

*Poco después de que las plantas empezaran a vivir en la tierra, insectos marinos, que habían desarrollado alas para nadar en el océano de aire, surcaron por primera vez los cielos. Estos insectos alados ayudaron a las plantas en la dura tarea de colonización de las tierras yermas. Mientras esto ocurría, en aguas poco profundas y cerca de las playas, merodeaban muchos peces y animales marinos que, al disfrutar asomando la cabeza fuera del agua, se acostumbraron a estar cierto tiempo fuera del mar. Progresivamente, desarrollaron pequeñas bolsas en las que guardaban el aire. Formaron sencillos pulmones que les permitieron respirar algo de oxígeno y así, nacieron los primeros anfibios. Ampliaron sus pulmones y, un día, se adentraron hacia el interior, siguiendo la ruta marcada por plantas e insectos... Y jamás regresaron a los océanos.*



#### 4.PRINCIPALES TEORÍAS DE LA EVOLUCIÓN. MECANISMOS DE EVOLUCIÓN.

Hoy día la evolución es admitida por todos los científicos. Ya queda lejos la época en la que había acalorados debates entre creacionistas y evolucionistas. La paleontología ha aportado numerosas pruebas de la evolución: los fósiles son los testimonios de las formas de vida del pasado y de cómo éstas han ido variando a lo largo del tiempo. Además de la paleontología, numerosos estudios anatómicos, embriológicos, moleculares y genéticos avalan la evolución. No obstante los evolucionistas han discutido y siguen discutiendo sobre cómo ha tenido lugar la evolución.

La teoría de Lamarck destaca que el uso y el desuso que un individuo hace de un órgano provoca cambios en éste, haciéndose más adaptativo; posteriormente, cuando

este individuo tenga descendientes, presentarán el mismo carácter modificado. El lamarquismo tiene aciertos importantes como relacionar evolución con adaptación pero tiene un error destacable: no existe “la herencia de los caracteres adquiridos en vida”. Otra característica del lamarquismo es la de creer que los organismos sufren modificaciones “para” conseguir algo; Lamarck es finalista. Frecuentemente nuestra forma de hablar de estos temas es lamarquista como ya habrás detectado en el texto sobre “La pequeñez de la Abuela Tierra”.

La obra de Darwin (siglo XIX) ha sido la más influyente en la concepción científica de la evolución. El darwinismo destaca la gran variedad de individuos dentro de una misma especie (variabilidad) y el hecho de que en un ambiente determinado unos individuos tienen más éxito reproductivo que otros, por eso los caracteres de los más aptos son los que pasan a la siguiente generación. El concepto más importante para Darwin es la selección natural, la influencia del medio ambiente; la adaptación no se persigue (como decía Lamarck); simplemente para un conjunto de condiciones ambientales se preservan un tipo de individuos. Así, con el transcurso de muchas generaciones las especies van cambiando paulatinamente.

Los críticos de Darwin le preguntaban por la causa de la variabilidad dentro de una especie. Darwin no sabía por qué pero sí constataba el hecho de la variabilidad. La explicación llegó bien entrado el siglo XX de mano de la genética. Los genetistas descubrieron el código genético y cómo se transmitía, casi inalterable, de generación en generación. También descubrieron que, de vez en cuando, de forma aleatoria, aparecían cambios en el material genético que se podían producir traducir en cambios anatómicos o fisiológicos. La mayoría de estos cambios o mutaciones eran perjudiciales para el individuo pero algunos cambios podrían ser preservados por la selección natural.

Esta nueva visión, que incorpora el concepto de mutación, se conoce como neodarwinismo o Teoría Sintética de la Evolución. Esta teoría propone que la especiación se produce cuando un grupo reducido de una población inicial queda aislado geográficamente y se ve sometido a nuevas condiciones ambientales: las mutaciones que sean positivas en el nuevo ambiente se extenderán rápidamente aumentando las diferencias con la población inicial. Si al reunirse otra vez las dos poblaciones ya no se pueden reproducir entre sí, se dice que hay dos especies distintas.

La Teoría Sintética es la más admitida pero también sufre críticas por lo que hay que decir que la polémica no está zanjada. Uno de los debates actuales se refiere al ritmo de la evolución. Darwin y la Teoría Sintética proponían cambios graduales, lentos, a lo largo de millones de años pero, cada vez son más los científicos que hablan de cambios rápidos, de especies que permanecen inalteradas durante cientos de miles o millones de años y que, en pocas generaciones, sufren cambios importantes (saltacionismo o equilibrio puntuado).

### **5.LA ADAPTACIÓN DE UNA MARIPOSA.**

*La Biston betularia o mariposa del abedul es un insecto nocturno de 3 a 4 cm cuyo color blanco sucio se asemeja a la cubierta de los líquenes que crecen en la ramas y troncos de estos árboles sobre los que esta mariposa suele posarse durante el día para descansar.*

*En el siglo XIX empezaron a observarse cada vez más ejemplares de color oscuro que fueron denominadas carbonarias por los coleccionistas.. En 1849 se descubrió el primero de estos ejemplares en las inmediaciones de Manchester, zona industrial de Inglaterra; en 1890, el 99% de todas las mariposas del abedul de la zona eran de la variedad carbonaria. En este tiempo se descubrió que se daba un curioso paralelismo: las mariposas negras aparecían solamente en las zonas en donde se había asentado la industria pesada. En el norte y suroeste de Inglaterra, en donde no se ha desarrollado este tipo de industria, sigue dándose todavía actualmente el 100% de mariposas de color claro.*

*Entre las mariposas del abedul siempre se habían producido -por mutación- algunos individuos aislados de color negro. Pero estos ejemplares eran devorados por los pájaros debido al contraste con la corteza clara de los árboles donde se posaban. Al producirse la contaminación atmosférica de la zona, por el vertido al aire de gases y hollín, los troncos de los abedules se ennegrecieron y el lugar de reposo de las mariposas pasó de ser color claro a color oscuro. Ahora eran las mariposas normales, de color claro, las que empezaban a destacar, siendo descubiertas antes por los pájaros, que las devoraban; en cambio las negras sobrevivían en mayor número.*

*Este hecho constituye un ejemplo de rápida adaptación a un nuevo factor ambiental. Actualmente, la lucha contra la contaminación en Manchester está permitiendo el resurgir de la mariposa de color blanco sucio.*

1. ¿Qué relación existe entre la aparición de la Biston betularia variedad carbonaria y la Revolución Industrial?
2. ¿Qué nombre recibe el proceso de enmascaramiento que realizan muchas especies y cuál es su finalidad?
3. La siguiente tabla indica la frecuencia de aparición de la mariposa Biston betularia variedad carbonaria en diferentes épocas:

Fecha	1800	1850	1890	1970	1990
Nº capturas	0,005 %	5 %	99%	75 %	60 %

- a) Interpreta los datos obtenidos.
- b) ¿Por qué son tan bajos el número de capturas de ejemplares de color oscuro durante el periodo entre 1800 y 1850?
4. El caso de la Biston betularia es un buen ejemplo de que una población puede cambiar a lo largo del tiempo tal y como lo propone la teoría neodarvinista:
  - a) Se requiere Variabilidad dentro de una especie. En este caso, ¿en qué consiste la variabilidad?
  - b) Los individuos diferentes dentro de una especie surgen por mutaciones al azar. En este caso, ¿cuál es la mutación? ¿En qué fecha se produjo? ¿Por qué se produjo?
  - c) El predominio de los individuos iniciales o el de los individuos nuevos depende del medio ambiente. ¿Cuál es en este ejemplo el papel jugado por el medio ambiente?
  - d) El resultado de la "evolución" es una adaptación. ¿Cuál es en este caso?
  - e) La evolución es más rápida en poblaciones aisladas del resto de la especie. ¿Ha existido este aislamiento en el caso de la Biston betularia?

## **6.LA EDAD DEL HIELO.**

El clima del planeta ha variado mucho a lo largo de su historia. En los primeros tiempos del Precámbrico era sorprendentemente cálido debido a la abundancia de CO<sub>2</sub>, un gas que provoca efecto invernadero. Con la aparición de los organismos fotosintéticos los niveles de CO<sub>2</sub> se redujeron drásticamente y las temperaturas se suavizaron.

Pero la temperatura media del planeta no se mantuvo constante sino que, en determinadas épocas, se instalaron períodos fríos conocidos como glaciaciones. Estas glaciaciones, que tuvieron una duración de decenas de m.a., coincidieron aproximadamente con períodos orogénicos: orogenia alpina (en torno a 40 m.a.), hercínica (300 m.a.), caledoniana (450 m.a.), etc. Las orogenias son períodos de vulcanismo intenso y el polvo volcánico lanzado a la atmósfera puede bloquear la entrada de los rayos solares. Además la creación de grandes masas continentales hace que los inviernos sean más secos y fríos.

Las eras Terciaria y Cuaternaria constituyen uno de esos períodos fríos de larga duración. En este caso, además de la influencia de una orogenia, hay otro factor a destacar: la posición de Groenlandia y del continente antártico en una zona polar. Las áreas continentales poseen un mayor albedo (reflejan la luz solar) que las zonas, oceánicas y por tanto una mayor tendencia al enfriamiento. La glaciación tiende a persistir debido a que los campos de hielo tienen un albedo aún más elevado.

Dentro de este gran período frío se producen también fluctuaciones climáticas (períodos glaciales e interglaciales) aproximadamente cada 100.000 Años. En 1941 Milankovitch propuso una hipótesis explicativa de estas fluctuaciones. Puso de manifiesto que, la órbita terrestre experimenta cambios en su excentricidad y que la inclinación del eje de la Tierra varía periódicamente.

Vivimos en un período interglacial que ya ha durando tanto como la mayoría de los interglaciales. Los inviernos más rigurosos y los veranos más frescos harán que parte de la nieve permanezca todo el año y se acentúe el efecto albedo. La llegada de la glaciación puede ser rápida y antes de 4.000 años, fecha en la que según la teoría orbital se alcanzará el primer mínimo térmico del próximo glacial. Luego, la Tierra quedará inmersa en el frío intenso durante los siguientes 100.000 años.

Hasta aquí se ha descrito la evolución natural del clima sin tener en cuenta un elemento importante: el hombre. A lo largo del siglo XX, nuestros coches, nuestras fabricas, nuestras centrales térmicas han liberado, y lo seguirán haciendo, grandes cantidades de CO<sub>2</sub> y otros gases de invernadero a la atmósfera. ¿Provocará esto un calentamiento del planeta? ¿Estamos viviendo un cambio climático? ¿Se producirá la glaciación que predice Milankovitch? ¿Se alcanzará un equilibrio en la temperatura?

## **7.EVOLUCIÓN HUMANA.**

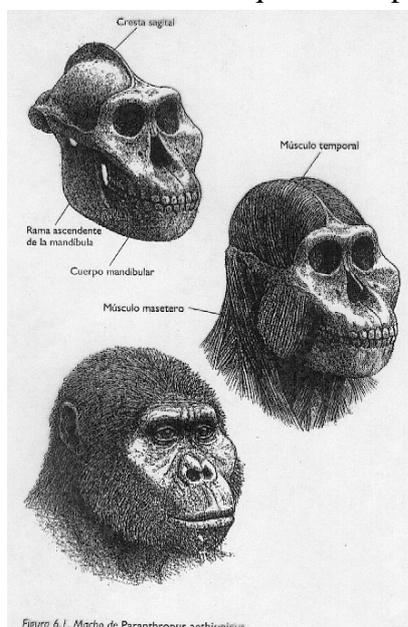
*El Homo sapiens* pertenece al grupo de los Primates, es decir, al grupo de los monos. No es correcto decir que descendemos de los monos, como si ya no lo fuéramos. Más concretamente, pertenecemos al grupo de primates hominoideos o monos antropomorfos en el que también se incluyen las dos especies de chimpancés, el

gorila, el orangután y varias especies de gibones. Con estas especies compartimos un antepasado común que debió existir hace entre 4,5 y 7 m.a.

La aparición de la rama de los homínidos coincide con un deterioro climático importante, las selvas se redujeron y probablemente desaparecieron muchas especies de monos. Algunos de ellos, casualmente, presentaban una novedad importante, el bipedismo, una rareza inútil para la vida arborícola que, ante el cambio ambiental, se convirtió en un carácter muy positivo que permitía ocupar los nuevos ecosistemas abiertos como sabanas y estepas.

Los primeros primates bípedos aparecieron en África hace algo más de 4 m.a. y se conocen como *Australopithecus*. Eran más pequeños que los humanos actuales (1,2 - 1,5 m) y sabemos que caminaban erguidos, entre otras cosas, por las huellas de pie fosilizadas encontradas en Tanzania. Los *Australopithecus* tenían un cerebro reducido, ligeramente mayor que el de un chimpancé (400-500 cc frente a los 1.450 cc del hombre actual), Su forma de pensar sería parecida a la de los monos arborícolas pero, a diferencia de éstos, podían caminar fuera de las zonas boscosas, cada vez más escasas, y podía acarrear objetos gracias a sus manos libres. No obstante, sus largos brazos y dedos curvos sugieren que, también eran hábiles en los árboles y, tal vez, podrían subirse a ellos para dormir.

La postura bípeda tiene un inconveniente: el cambio de posición de los huesos de la pelvis provoca un estrechamiento en el canal del parto que lo hace más complejo que en el resto de los primates. Esto demuestra que no somos el resultado directo de una creación divina que habría planeado un diseño perfecto; la selección natural simplemente elige entre lo que hay, preserva cualquier modificación más o menos afortunada aunque no sea perfecta.



Los *Australopithecus* tuvieron un gran éxito ecológico: existieron durante unos dos millones de años y dieron origen a otros géneros de primates bípedos con los que convivieron: *Paranthropus* y *Homo*. Estos nuevos homínidos se extendieron en un momento de crisis climática (hace 2,6 m. a.) en el que escaseaban los frutos carnosos y los vegetales tiernos, alimentos habituales de los primates. Los *Paranthropus* eran especialistas en comer vegetales duros y, puesto que éstos son poco nutritivos, los ingerían en grandes cantidades. Para ello disponían de una dentadura y de una musculatura maxilar potentísimas; los músculos maxilares, muy desarrollados, se insertaban en una pronunciada cresta en la parte superior del cráneo. Hace 1 m.a. se extinguió el linaje de los *Paranthropus* que, al igual que los *Australopithecus*, fueron exclusivamente africanos.

El género *Homo* disponía de una estrategia alimentaria diferente a *Paranthropus*, una estrategia revolucionaria en el grupo de los primates: comían carne, aunque no eran exclusivamente carnívoros. La carne es un alimento muy energético y no requiere estar comiendo todo el día. En consecuencia su aparato digestivo debía ser más reducido que el de los herbívoros *Paranthropus* que serían más barrigones. Parte de la energía que

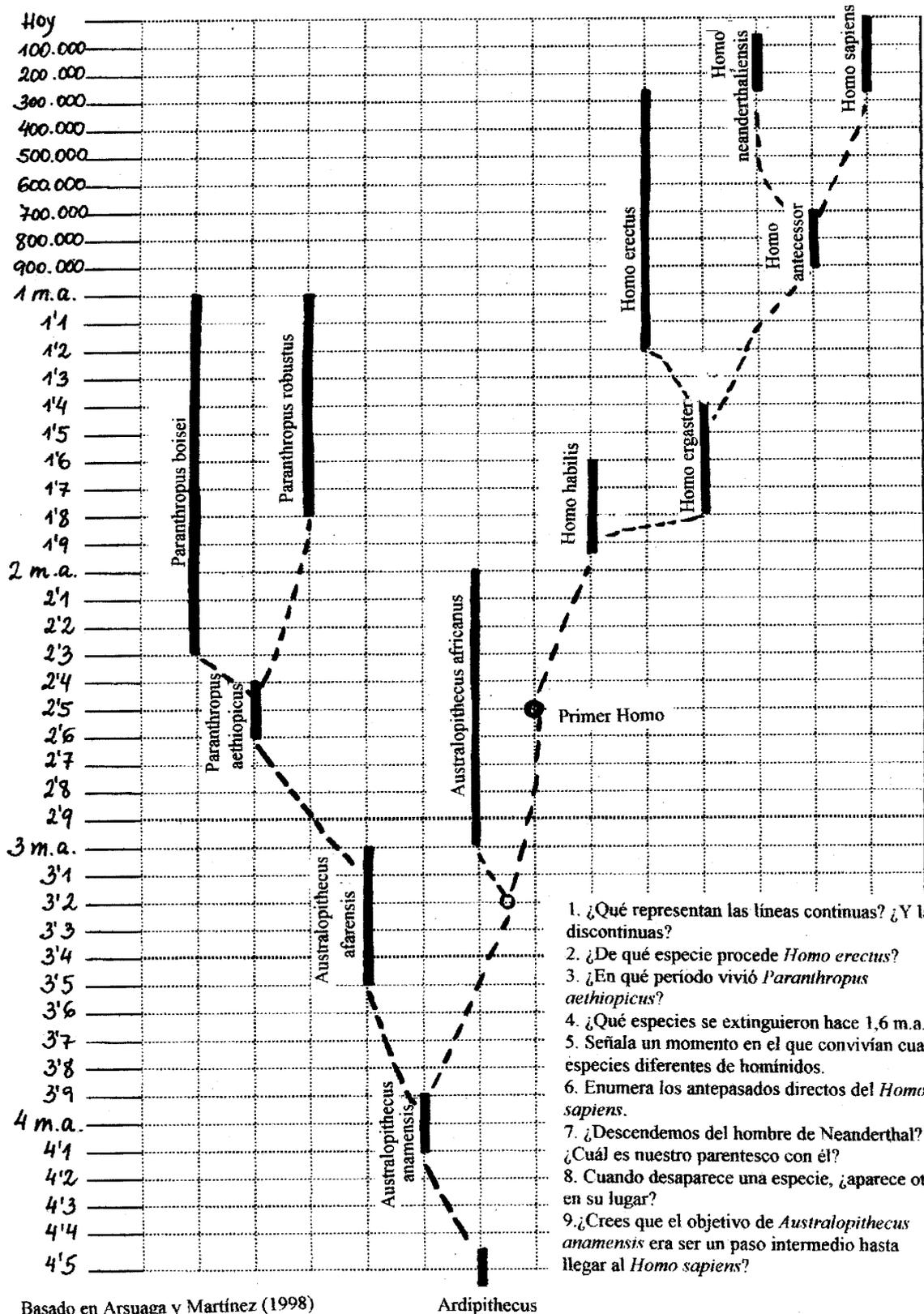
en sus antepasados se ocupaba en la digestión es utilizada por los *Homo* para mantener un cerebro de mayor tamaño. El aumento del cerebro es de enorme importancia y coincide con otra novedad: la capacidad de fabricar herramientas líticas diseñadas para un objetivo predeterminado. Un gran avance posible gracias a sus manos libres dirigidas por un potente cerebro. La especie de los primeros fabricantes recibe el nombre de *Homo habilis*.

Entre 1,8 y 1,4 m.a. vivió *Homo ergaster*, una especie de individuos altos (hasta 1,80 m) y unas porciones de piernas y brazos semejantes a la de los humanos actuales de los que se diferencia sobre todo en el cráneo y en el cerebro. Poseía una técnica más elaborada para obtener herramientas de piedra. Sus hábitos carnívoros y carroñeros le permitieron introducirse en diferentes ecosistemas y viajar en busca de comida. Algunas poblaciones de *Homo ergaster* salieron de África y se dispersaron por Europa y Asia. Este gran salto se produjo hace al menos. 1,7 m.a. que es la antigüedad de los homínidos encontrados en Georgia. Hace 1,3 m.a. ya había homínidos en la Península Ibérica como atestiguan las herramientas líticas encontradas en la zona de Orce (Granada).

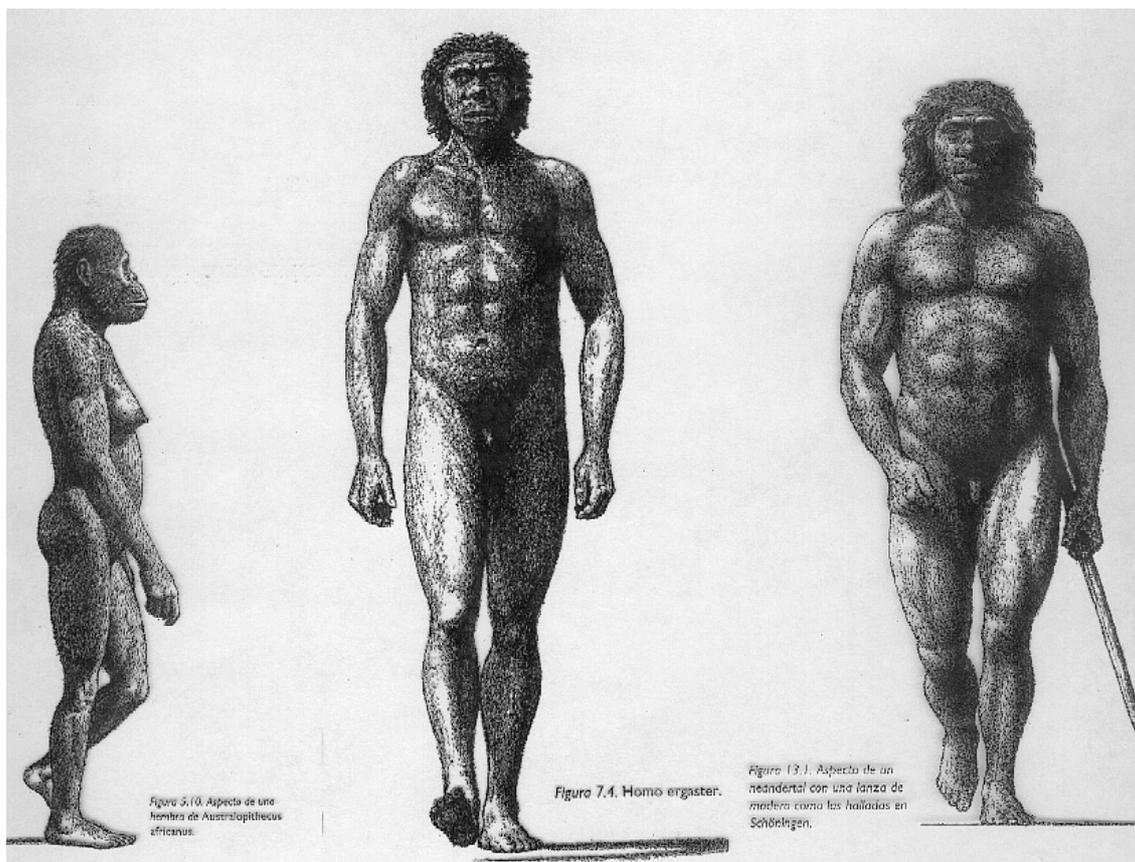
Las diferentes poblaciones de *Homo* se diversificaron y surgieron especies nuevas. Recientemente en España se ha descrito una especie, *Homo antecessor*, de hace 800.000 años, a partir de los fósiles hallados en Atapuerca (Burgos). En esta localidad también se han encontrado unos restos excepcionales correspondientes a un grupo de 32 individuos acumulados en una sima hace 300.000 años.

La evolución del género *Homo* en Europa dio lugar al hombre de Neanderthal (*Homo neanderthaliensis*) del que hay numerosos fósiles en un período comprendido entre hace 250.000 y 35.000 años. Algunos de sus rasgos físicos son adaptaciones al período glacial en que vivió como su complexión baja y robusta que reducía la superficie corporal y pérdida de calor o como sus fosas nasales muy desarrolladas que calentaban el aire antes de que llegara a los pulmones. Poseían arcos supraorbitales marcados, frente huidiza, una prominencia en la región occipital del cráneo y un enorme cerebro, ligeramente mayor al del hombre actual.

Mientras los neandertales vivían en Europa, surgió en África otra especie, la nuestra (*Homo sapiens*), también con un voluminoso cerebro desarrollado sobre todo en la región frontal lo que les hacía tener un frente plana en sentido vertical, sin arcos supraorbitales y un cuerpo más estilizado que el de los hombres de Neanderthal. El *Homo sapiens* salió de África y colonizó todo el mundo incluyendo por primera vez América y Oceanía. Al llegar a Europa tuvieron que encontrarse con los hombres de Neanderthal con los que convivieron durante unos 10.000 años. Finalmente éstos desaparecieron hace unos 35.000 años, coincidiendo con uno de los períodos más fríos de la última glaciación. Desde entonces en la Tierra sólo hay una humanidad.



1. ¿Qué representan las líneas continuas? ¿Y la discontinuas?
2. ¿De qué especie procede *Homo erectus*?
3. ¿En qué período vivió *Paranthropus aethiopicus*?
4. ¿Qué especies se extinguieron hace 1,6 m.a.?
5. Señala un momento en el que convivían cuat especies diferentes de homínidos.
6. Enumera los antepasados directos del *Homo sapiens*.
7. ¿Descendemos del hombre de Neanderthal? ¿Cuál es nuestro parentesco con él?
8. Cuando desaparece una especie, ¿aparece otr en su lugar?
9. ¿Crees que el objetivo de *Australopithecus anamensis* era ser un paso intermedio hasta llegar al *Homo sapiens*?



## **8. EL ULTIMO DIA PERFECTO (Carl Sagan).**

*Dentro de varios miles de millones de años habrá un último día perfecto en la Tierra. Luego, el Sol irá enrojeciéndose e hinchándose lentamente y presidirá una Tierra que estará abrasándose incluso en los polos. Los casquetes del hielo polar en el Ártico y en el Antártico se fundirán inundando las costas del mundo. Las altas temperaturas oceánicas liberarán más vapor de agua al aire, aumentando la nebulosidad, protegiendo a la Tierra de la luz solar y aplazando un poco el final. Pero la evolución solar es inexorable. Llegará un momento en que los océanos entrarán en ebullición, la atmósfera se evaporará y se perderá en el espacio y una catástrofe inmensa y de proporciones inmensas e inimaginables asolará nuestro planeta. A medida que el Sol evolucione para convertirse en una gigante roja, la Tierra se convertirá en un lugar seco, estéril y sin aire. Al final el Sol casi llenará el cielo y quizás se trague la Tierra. Mientras tanto es casi seguro que los seres humanos habrán evolucionado a algo muy diferente. Quizás nuestros descendientes serán capaces de controlar o de moderar la evolución estelar. O quizás se limitarán a coger los trastos y marcharse a Marte, a Europa o a Titán, o quizás, al final decidirán buscarse un planeta deshabitado en algún sistema planetario joven y prometedor.*

**OBJETIVOS MÍNIMOS DEL TEMA "EVOLUCIÓN".**

1. Explicar qué es un fósil, cómo se origina y qué información proporciona.
2. Enumerar las eras geológicas indicando el período que abarca cada una de ellas y sus principales acontecimientos.
3. Comparar las condiciones de la Tierra primitiva con las condiciones actuales.
4. Explicar la teoría de Oparin-Miller sobre el origen de la vida.
5. Diferenciar las células procariotas de las eucariotas. Describir las primeras formas de vida.
6. Enumerar los Cinco Reinos indicando las principales características de cada uno de ellos.
7. Relacionar en un árbol genealógico los cinco grupos de vertebrados.
8. Dada una especie animal indicar el grupo al que pertenece.
9. Interpretar correctamente esquemas que muestren las relaciones de parentesco entre especies (árboles filogenéticos).
10. Enumerar los primeros grupos animales y vegetales que conquistaron los continentes e indicar qué adaptaciones les diferencian de sus antecesores acuáticos.
11. Explicar la hipótesis más aceptada sobre la causa de la extinción finicretácica.
12. Ante una afirmación evolucionista reconocer si se trata de una interpretación lamarquista o darvinista. Criticar la herencia de los caracteres adquiridos y el finalismo de Lamarck.
13. Explicar la especiación según la teoría neodarvinista (aislamiento de un población, mutaciones al azar, medio ambiente diferente, selección natural. La adaptación es un resultado no un objetivo).
14. Indicar algunas pruebas que demuestran la existencia de periodos muy fríos en el pasado.
15. Comprender los factores que influyen en el clima mundial.
16. Comparar entre sí: a) simios arborícolas, b) *Australopithecus*, c) *Paranthropus*, d) primeros *Homo* (*H. habilis*, *H. ergaster* y *H. erectus*) y e) los *Homo* modernos (Neanderthal y actual).
17. Explicar cómo han influido en la evolución humana el tipo de locomoción, el clima, la alimentación y el tamaño del cerebro.

# **TEMA 4: GENÉTICA.**

## **1.LOS CROMOSOMAS.**

El núcleo de una célula tiene distinto aspecto según se esté dividiendo o no. Cuando no se divide la cromatina, el material nuclear, está difuso. Cuando se está dividiendo aparecen unos filamentos gruesos y cortos llamados cromosomas. El conjunto de todos los cromosomas ordenados por tamaño y aspecto se llama cariotipo y es el mismo para todos los individuos de la misma especie.

Lo cromosomas son iguales dos a dos y a cada par se le llama cromosomas homólogos. El número total de cromosomas de un núcleo se llama número diploide y se representa por  $2n$ , y es común a todas las células del individuo excepto a las sexuales o gametos que sólo tienen un componente de cada una de la parejas de cromosomas homólogos, se dice que los gametos son células haploides representándose por  $n$ .

En las células de los seres humanos hay 46 cromosomas y se diferencian:

- Veintidós parejas de cromosomas llamados autosomas que contienen la información para controlar todas las características y el funcionamiento de todas las células del organismo.
- Una pareja de cromosomas llamados cromosomas sexuales o heterocromosomas que controlan el desarrollo de las características sexuales de cada individuo.

En el caso de la mujer los cromosomas sexuales son iguales y se representan por XX y en el caso del hombre son distintos y se representan por XY. Si al unirse el óvulo y el espermatozoide se forma una célula huevo que presenta una pareja de cromosomas sexuales del mismo tamaño, llamados cromosomas XX, el nuevo ser humano será una mujer. Si por el contrario la célula huevo presenta una pareja de cromosomas sexuales XY, que son desiguales, uno de mayor tamaño, X y otro de pequeño tamaño, Y, el nuevo ser humano será un hombre.

## **2.MITOSIS Y MEIOSIS.**

La vida de una célula puede dividirse en dos períodos de tiempo: interfase, cuando realiza las funciones y desarrolla las características propias del tipo de célula de que se trate y mitosis, cuando la célula va a dividirse y ha de repartir su material genético entre las dos células hijas.

El ADN que forma cada filamento de cromatina del núcleo ha realizado durante la interfase una copia de sí mismo antes de empezar la división celular, formando dos partes llamadas cromátidas, idénticas entre sí y portadoras de la misma información genética, que permanecen unidas en una zona llamada centrómero. Al iniciarse la división celular, la cromatina se enrolla encogiéndose y formando los cromosomas. La mitosis es el proceso mediante el cual una célula se divide en dos células hijas,

manteniendo el mismo número de cromosomas e idéntica información genética que la célula original. Dividimos el proceso en cuatro fases para facilitar su estudio:

- a) Profase: los filamentos de cromatina se enrollan en espiral, condensándose y formando los cromosomas que son visibles al microscopio óptico. La membrana nuclear y el nucléolo desaparecen y sus componentes se dispersan en el citoplasma. Aparece entre los dos polos de la célula un haz de fibras que recibe el nombre de huso acromático.
- b) Metafase: los cromosomas se sitúan en la zona ecuatorial del huso acromático, unidos por el centrómero a las fibras del huso acromático.
- c) Anafase: las dos cromátidas que forman cada cromosoma se separan, empezando a dividirse a partir del centrómero, dirigiéndose en su movimiento cada una a un polo de la célula. Por lo tanto, cada cromosoma de la célula inicial está representado por una cromátida en cada una de las zonas polares.
- d) Telofase: en cada polo los cromosomas adquieren de nuevo la forma de largos hilos, pasando al estado de cromatina y formando dos nuevos núcleos hijos. Aparece de nuevo la membrana nuclear y desaparecen las fibras del huso acromático.
- e) Citocinesis o división del citoplasma. Se realiza por un estrangulamiento del (animales) o un tabique (vegetales), repartiéndose los orgánulos a las dos células hijas.

La mitosis es el mecanismo por el que se originan todas las células excepto las células reproductoras. Al formarse las células reproductoras, el número de cromosomas debe reducirse a la mitad: 23 (n) cromosomas. Esto se consigue mediante un proceso de división celular llamado meiosis, al final del cual se obtienen cuatro células (haploides n), cada una de ellas con la mitad de cromosomas que presentaba la célula inicial.

### **3. LOS GENES.**

Las características de una persona dependen de la información que se encuentra localizada en las cadenas de los cromosomas. Cada unidad de información para el control de una característica recibe el nombre de gen. Un gen ocupa un lugar fijo en el cromosoma, pero puede presentar distintos tipos de información para un carácter; por ejemplo, el gen que determina el carácter del color de la piel puede llevar muchas informaciones diferentes (más oscuro o más claro). La información que presenta un gen recibe el nombre de alelo. Cada gameto resultante de la meiosis sólo tiene un alelo de un determinado gen.

Para cada nueva meiosis, el reparto de los cromosomas homólogos y de los alelos que llevan vuelve a hacerse al azar. De esta manera, todos los óvulos y los espermatozoides que se forman durante la vida de una persona son genéticamente diferentes. Como el proceso de fecundación también se produce al azar, el individuo que resulta es una combinación de alelos entre las infinitas que pueden existir.

Durante la fecundación se unen n cromosomas que proceden del padre y n que proceden de la madre; por lo tanto, cada célula tiene dos alelos (dos informaciones) para cada gen. Cuando la información que lleva cada alelo es distinta, uno de ellos puede predominar sobre el otro, manifestándose su información; este alelo recibe el nombre de dominante, y el alelo cuya información no aparece se denomina recesivo. Otras veces,

los dos se manifiestan con la misma fuerza, apareciendo al exterior una mezcla de los dos.

Un cromosoma es portador de muchos genes. Los cromosomas homólogos son genéticamente diferentes ya que pueden llevar alelos distintos.

#### **4. CONCEPTOS BÁSICOS DE GENÉTICA.**

Gregor Mendel, considerado el padre de la Genética, nació en Austria en 1822. Ingresó en un convento agustino y en 1850 empezó sus trabajos de botánica, publicando sus resultados en 1866 en una revista científica local que no tuvo mucha repercusión. Para sus experiencias utilizó plantas de guisantes y en ellas observó 7 caracteres hereditarios, estudiando uno cada vez y repitiendo un mismo experimento muchas veces para asegurar que los resultados fueron correctos. Determinó tres leyes o principios de la herencia:

- Primera ley de Mendel o de la uniformidad de la primera generación filial: a partir de plantas que siempre tenían el mismo carácter, al cruzarlas se obtenían todos los hijos iguales.
- Segunda ley de Mendel o de la segregación de los caracteres: cruzando dos plantas de las obtenidas en el primer cruzamiento los factores se separaban de manera independiente para formar los gametos.
- Tercera ley de Mendel o principio de la transmisión independiente: Al formarse los gametos, cada uno de los factores que rigen un carácter determinado se separan independientemente de los otros factores.

A mediados del siglo XIX no se disponía de conocimientos sobre la naturaleza física de los genes o “factores hereditarios” como los llamaba Mendel. Sin embargo los mecanismos hereditarios propuestos por Mendel siguen siendo válidos hoy día y se completan con los conocimientos de biología molecular:

- Según el proceso de la meiosis, en los cromosomas se encuentran los genes que contienen la información para desarrollar un determinado carácter hereditario.
- Cada carácter está controlado por dos genes que se encuentran en los cromosomas homólogos.
- Se llama genotipo al conjunto de todos los genes de un determinado individuo. El conjunto de caracteres de un individuo que se pueden observar directamente o con determinadas pruebas se llama fenotipo.
- Se llama alelos a los genes que ocupan el mismo lugar en los dos cromosomas homólogos y que contienen la información sobre el mismo carácter. Uno de ellos representa la información procedente de la madre y el otro la del padre.
- Si los dos alelos son iguales el individuo será homocigótico o raza pura para el carácter. Si el alelo que procede de la madre es distinto al que procede del padre el individuo será heterocigótico o híbrido.
- A veces una característica está determinada por dos alelos opuestos siendo uno dominante sobre otro. Al primer gen se le llama dominante y se designa con una letra mayúscula; al segundo se le llama recesivo y se designa con la misma letra pero minúscula. En estos casos los individuos heterocigotos muestran el carácter dominante.

- En otros casos la herencia se denomina intermedia o codominancia. Esto ocurre, por ejemplo, cuando estando presente el gen rojo y el gen blanco resulta un fenotipo de color rosa. Los genes que se comportan así se llaman codominantes y se representan con dos letras mayúsculas diferentes.

## **5.LA HERENCIA HUMANA.**

En la especie humana se conocen muchos caracteres físicos que pasan de los padres a la descendencia. Algunos de ellos no causan enfermedades y otros sí. Para estudiar la herencia, sobre todo de las enfermedades, no se pueden realizar cruces como en otras especies, por eso se utilizan recursos como el estudio de los árboles genealógicos, donde se representa el carácter que presenta cada uno de los individuos de una determinada familia.

### **Enfermedades hereditarias independientes del sexo.**

El albinismo es una enfermedad hereditaria controlada por un gen localizado en el par de cromosomas nº 15, que origina que el individuo no pueda fabricar el pigmento llamado melanina. La enfermedad se manifiesta cuando el individuo tiene los dos genes del albinismo, es decir, es homocigótico para este carácter, frente a la posibilidad de fabricar melanina, que está regulada por un gen que se manifiesta tanto si está en homocigosis como en heterocigosis.

La drepanocitosis o anemia falciforme es una enfermedad hereditaria controlada por un gen localizado en el par de cromosomas nº 11, que causa en los que la padecen una malformación en sus glóbulos rojos que afecta al transporte de oxígeno. Los individuos enfermos son homocigóticos, mientras que los heterocigóticos o los que no poseen este alelo son sanos.

### **Herencia de grupos sanguíneos.**

La herencia de los grupos sanguíneos es un ejemplo de características fenotípicas regidas por más de dos alelos. La existencia de cuatro grupos sanguíneos (el A, el B, el AB y el 0) se debe a la presencia de tres tipos de alelos: el  $I^A$ , el  $I^B$  y el  $i$ . El gen  $i$  es recesivo frente a  $I^A$  e  $I^B$  mientras que estos dos mantienen entre ellos una relación de codominancia.

Gentotipo	$I^A I^A$	$I^A i$	$I^B I^B$	$I^B i$	$I^A I^B$	$i i$
Fenotipo	A	A	B	B	AB	0

El grupo sanguíneo Rh viene definido por dos alelos llamados Rh- y Rh+ que se encuentran en el cromosoma 1. El alelo Rh+ se manifiesta en heterocigosis, mientras que el Rh- sólo lo hace en homocigosis.

### **Herencia ligada al sexo.**

Los cromosomas sexuales además de contener los genes que determinan el sexo poseen otros que intervienen en diferentes procesos fisiológicos. Como es natural, estos genes pasan de padres a hijos y constituyen la denominada herencia ligada al sexo. Uno de estos genes es el del daltonismo, una anomalía de la visión que impide distinguir

colores complementarios, por ejemplo el rojo y el verde. El gen del daltonismo se encuentra ligado al cromosoma X que se designa  $X^d$  pero normalmente este cromosoma no contiene el gen del daltonismo y se designa simplemente X.

- X X: mujer normal.
- $X^d X^d$ : mujer daltónica.
- $X^d X$ : mujer normal pero portadora.
- X Y: hombre normal.
- $X^d Y$ : hombre daltónico.

Otro caso de herencia ligada al cromosoma X es el de la hemofilia, una enfermedad que impide que la sangre forme coágulos. La vida de los hemofílicos corre peligro en caso de hemorragia.

### **Anomalías cromosómicas.**

A veces, por defectos en el proceso de meiosis, se originan gametos (óvulo o espermatozoide) con un número anormal de cromosomas, es decir no tienen 23, lo que origina alteraciones importantes en el individuo resultante.

- Síndrome de Down: presenta 47 cromosomas porque tiene tres cromosomas del número 21. La probabilidad de concebir un hijo con el síndrome de Down aumenta con la edad (0,0005% de los nacidos de madres de 20 años hasta 2% de los nacidos de madres con más de 45 años).
- Síndrome de Turner (hembras con escaso desarrollo de los órganos sexuales) presenta sólo 45 cromosomas (44 + X).
- Síndrome de Klinefelter (varones con desarrollo infantil de los órganos genitales) presenta 47 cromosomas (44 + XXY).

## **6.EL ADN Y EL CÓDIGO GENÉTICO.**

Solemos decir que lo que nos diferencia a unas personas de otras son los genes. Sabemos que un gen es la información que determina un carácter, sabemos también que los genes están en los cromosomas, es decir en el núcleo de las células, pero... ¿cómo se relacionan nuestros genes con nuestros caracteres?

Estamos hechos de una serie de sustancias orgánicas que son las que realmente definen cómo somos. Hay tres grandes tipos de sustancias orgánicas: glúcidos, lípidos y proteínas. Los glúcidos y los lípidos de dos personas son prácticamente los mismos pero las proteínas varían de unas personas a otras. Existen millones y millones de proteínas distintas por lo que es comprensible que no sean iguales las de dos personas.

La multiplicidad de las proteínas se debe a que son compuestos que están formados de la unión de otras moléculas más pequeñas llamadas aminoácidos. Existen veinte aminoácidos en la naturaleza pero una proteína puede tener cientos de aminoácidos ya que éstos pueden repetirse; basta que cambiemos el orden de los aminoácidos para que surja una proteína diferente. Es lógico que, combinando estas

veinte piezas y repitiéndolas cuanto se quiera, se puedan construir millones de proteínas distintas.

Lo difícil aparentemente es que una persona, o mejor cada una de sus células, sea capaz de construir sus proteínas propias y no otras. La célula fabrica sus proteínas en los ribosomas a partir de aminoácidos que se encuentran dispersos en el citoplasma pero la información necesaria para construir proteínas correctamente (los genes) se encuentra en los cromosomas del núcleo.

Los cromosomas no pueden salir del núcleo para "decirle al ribosoma" en qué orden debe colocar los aminoácidos. Para esto la célula dispone de un mensajero que transmite la información del cromosoma al ribosoma.

Hasta aquí hemos presentado a los protagonistas que muestran la relación entre genes y caracteres:

- Los cromosomas (hechos básicamente de ADN) contienen los genes.
- El mensajero al que llamaremos ARN.
- El receptor: el ribosoma.
- Las piezas que se enlazan en el ribosoma: los aminoácidos.
- Los caracteres: proteínas hechas de aminoácidos.

Nos falta saber cómo se comunican ADN-ARN-Ribosoma. Aunque las moléculas no hablan sí se comunican con un lenguaje químico muy sencillo. Este lenguaje es el de cuatro moléculas que integran el ADN: Adenina (A), Guanina (G), Citosina (C) y Timina (T). Puede parecer difícil transmitir muchos mensajes con tan solo cuatro letras pero:

- En primer lugar, no hay que transmitir demasiados mensajes, tan solo necesitamos 20, uno, por cada uno de los aminoácidos posibles.
- En segundo lugar, tenemos que recordar que nuestro alfabeto posee 28 letras pero combinándolas somos capaces de construir miles de palabras.

Lo que ocurre en el caso del código genético es que se construyen palabras de tres letras, como AAG, CAC o ACG, correspondiendo cada una de estas combinaciones a un aminoácido.

El ADN contiene una secuencia de letras que se copia en una molécula de ARN (con la peculiaridad de que el ARN no tiene Timina sino Uracilo). El ARN sale del núcleo en dirección al ribosoma. En el ribosoma se va leyendo el mensaje del ARN de manera que a tres letras se le hace corresponder un aminoácido específico; las siguientes tres letras indican otro aminoácido que se une al anterior y así sucesivamente. Al final tendremos una cadena de aminoácidos, una proteína, que se ha construido siguiendo los órdenes del ADN del núcleo.

	U	C	A	G
U	UUU Phe UUC Phe	UCU Ser UCC Ser	UAU Tyr UAC Tyr	UGU Cys UGC Cys
	UUA Leu UUG Leu	UCA Ser UCG Ser	UAA — UAG —	UGA — UGG Trp
	CUU Leu CUC Leu	CCU Pro CCC Pro	CAU His CAC His	CGU Arg CGC Arg
C	CUA Leu CUG Leu	CCA Pro CCG Pro	CAA Gln CAG Gln	CGA Arg CGG Arg
	AUU Ile AUC Ile	ACU Thr ACC Thr	AAU Asn AAC Asn	AGU Ser AGC Ser
A	AUA Ile AUG Met	ACA Thr ACG Thr	AAA Lys AAG Lys	AGA Arg AGG Arg
	GUU Val GUC Val	GCU Ala GCC Ala	GAU Asp GAC Asp	GGU Gly GGC Gly
G	GUA Val GUC Val	GCA Ala GCG Ala	GAA Asp GAG Glu	GGA Gly GGG Gly

### Las mutaciones.

Dentro de una especie existen diferencias entre individuos. Pero si nos remontamos en el árbol genealógico de una determinada especie podríamos llegar a un antepasado común. ¿Cómo han podido producirse tantas diferencias? La respuesta está en las mutaciones.

Las mutaciones son cambios en el material genético, es decir, en los genes, y por tanto son heredables. Se producen al azar, aunque hay agentes físicos y químicos que pueden provocarlas. Nótese que un solo cambio en el orden de las cuatro moléculas básicas del ADN provoca una proteína distinta.

La mayoría de las mutaciones son perjudiciales. Cuando se manifiestan dan lugar a anomalías, en ocasiones incompatibles con la vida: son las mutaciones letales. Sin embargo, otras mutaciones producen cambios triviales en algún carácter y entonces el gen mutado se incorpora a la riqueza genética de la especie.

### 7.PROBLEMAS DE GENÉTICA.

1.- Un hombre de ojos azules, cuyos padres eran de ojos pardos, se casa con una mujer de ojos pardos, cuya madre era de ojos pardos y cuyo padre tenía los ojos azules. El matrimonio en cuestión tuvo un hijo de ojos azules. Dar el genotipo de todos los individuos. (Los ojos oscuros son dominantes sobre los ojos claros.)

2.- El pelo negro en los ratones de laboratorio es producido por un gen dominante y el pelo blanco por un gen recesivo. Indica los genotipos de los ratones representados en el siguiente árbol genealógico.

3.- Calcula los fenotipos y los genotipos de la descendencia de una pareja en la que ambos tienen ojos oscuros, teniendo en cuenta los siguientes datos:

- El hombre es homocigoto.
- La madre de la mujer es de ojos claros.

- El padre de la mujer es heterocigoto.
  - El color oscuro domina sobre el color claro.
- 4.- Indica los genotipos de las plantas representadas en el siguiente árbol genealógico.
- 5.- Una mariposa de alas negras se cruza con otras de las grises y se obtiene una descendencia formada por 82 mariposas de alas grises y 82 mariposas de alas negras. Si la mariposa de alas grises se uniera con una de alas blancas se obtienen 34 mariposas de alas blancas y 34 de alas grises. Razona ambos cruzamientos indicando el genotipo de las mariposas que se cruzan y de su descendencia.
- 6.- El genotipo de un individuo es AaBb y el de su pareja es AABb. Calcula los genotipos posibles de sus descendientes
7. En los gatos el pelo corto domina sobre el pelo largo y el color negro domina sobre el color rojizo. ¿Qué descendencia cabe esperar de la siguiente pareja?:
- un gato de pelo largo y heterocigótico para el color del pelo
  - y una gata gata de pelo corto rojizo, homocigótica para ambos caracteres.
- 8.- En cierta especie de planta dominan las que tienen pinchos frente a las que no los tienen; en la misma planta las flores pueden presentarse de color rojo, blanco y rosa. Calcula la descendencia que resulta de cruzar una planta sin pinchos y con flores rosas con otra planta heterocigota para los dos caracteres considerados.
- 9.- Calcula la descendencia de un hombre del grupo 0 y de una mujer del grupo B y heterocigota.
- 10.- Pon un ejemplo en el que el padre, la madre y todos los hijos posibles sean del mismo grupo sanguíneo.
- 11.- Pon un ejemplo en el que el padre es de un grupo sanguíneo diferente a la madre y tienen un hijo de grupo sanguíneo diferente al de ambos padres.
- 12.- Los padres son ambos del grupo sanguíneo A. ¿De qué grupos sanguíneos pueden ser sus hijos?
- 13.- Una mujer normal, cuyo padre era daltónico, se casa con un hombre normal. ¿Qué porcentaje de la descendencia será daltónico?
- 14.- Un hombre daltónico y una mujer normal, ¿pueden tener un hijo varón daltónico? Razona tu respuesta.

15.- El abuelo y la abuela son aparentemente normales; sus dos hijas y uno de sus hijos varones también lo son, pero otro hijo varón es daltónico.

- a) Indica los genotipos de todos los individuos.
- b) ¿Qué probabilidad hay de que las hijas tengan descendencia daltónica si se casan con un hombre normal?
- c) ¿Qué probabilidad hay de que el hijo no daltónico, con una mujer normal, tenga hijos varones daltónicos?
- d) ¿Qué probabilidad hay de que el hijo daltónico tenga hijos varones daltónicos si se casa con una mujer no portadora?

16.- El padre es rubio y es del grupo O; la madre es morena heterocigótica para el color del pelo y con respecto a la sangre es del grupo AB. ¿Qué porcentaje de la descendencia será rubio y del grupo A? (Nota: el pelo moreno domina sobre el rubio.)

### **OBJETIVOS MÍNIMOS DEL TEMA “GENÉTICA”.**

1. Explicar por qué existen dos procesos de división celular (mitosis y meiosis). Describirlos.
2. Definir y utilizar correctamente los términos: genética, gen, cromosoma, genotipo, fenotipo, homocigoto, heterocigoto, dominante, recesivo, codominante.
3. Resolver sencillos problemas de genética.
4. Explicar qué es el ADN, dónde se encuentra, cómo almacena la información genética y para qué se emplea esa información.
5. Explicar qué es el proyecto Genoma y sus repercusiones.

# **TEMA 5: ECOLOGÍA. LA HUMANIDAD Y EL MEDIO AMBIENTE.**

## **1.EL ECOSISTEMA.**

Hay que insistir en el carácter científico de la ecología frente a ciertos usos que se hacen del término que equiparan la ecología a la ideología que propugna la defensa del medio ambiente (ecologismo). La ecología estudia los ecosistemas, es decir conjuntos formados por la biocenosis, el biotopo y las relaciones que entre ellos se establecen.

- La biocenosis o comunidad es el conjunto de seres vivos que habitan en un determinado ecosistema. La biocenosis se divide en poblaciones, entendiéndose por población un conjunto de individuos de la misma especie.
- El biotopo o "medio ambiente" está caracterizado por las condiciones físico-químicas de la zona como luminosidad, humedad, presión, temperatura... También lo caracterizan el tipo de medio (acuático o aéreo), la composición del sustrato, el tipo de rocas, la composición de las mismas, etc.

Anteriormente hemos subrayado la palabra relaciones porque es lo más característico de la ecología. Estas relaciones o interacciones son de varios tipos. En primer lugar los seres vivos se relacionan con su medio adaptándose a él: sus formas, colores, comportamientos, horarios, etc. han sido seleccionados en el largo proceso evolutivo para responder con eficacia al medio en que viven. Una de las consecuencias de esto es que todas las especies animales y vegetales no pueden estar en todas partes, cada uno tiene su hábitat o conjunto de biotopos con las condiciones óptimas para su supervivencia. Algunas especies son bastante tolerantes pero otras son muy exigentes en sus requerimientos. Estas últimas pueden ser utilizadas como indicadoras de determinadas condiciones ambientales; así, por ejemplo, el alcornoque es propio de suelos silíceos como arenas y granitos, el chopo y la adelfa son plantas indicadoras de la presencia de agua, el algarrobo es típico de las zonas bajas conocidas como piso de vegetación termomediterráneo, etc.

En segundo lugar, los seres vivos se relacionan entre sí. Estas relaciones pueden ser intraespecíficas, entre individuos de la misma especie, ya sea para colaborar (movimientos migratorios de aves, grupos de lobos que cazan juntos, hormigas que se reparten el trabajo), ya sea para competir por la comida, por la luz, por el agua... Las relaciones también son interespecíficas, es decir entre individuos de distintas especies; aquí se incluyen relaciones de depredación, de competencia, de parasitismo, de simbiosis o mutualismo.

## **2.LOS BIOMAS TERRESTRES.**

Los ecosistemas se pueden clasificar atendiendo a sus factores bióticos y abióticos en grandes unidades o biomas. En el caso de los biomas terrestres el principal criterio de clasificación es el clima.

a) La tundra es un bioma que se halla en las regiones árticas y en las zonas alpinas de algunas cumbres montañosas caracterizadas por temperaturas medias muy bajas. Debido a que el subsuelo permanece helado todo el año, no se produce la infiltración del agua y las raíces de las plantas son cortas. Solamente se deshiela y se encharca la parte superior del suelo durante el corto periodo estival. La vegetación, que tiene muy poca altura, está formada por musgos, líquenes y algunas hierbas. Al llegar el período frío, muchos animales como el reno, la liebre ártica y el oso polar emigran hacia la taiga.

b) La taiga es un bioma que se encuentra en Canadá, Escandinavia, Rusia, Siberia y en las partes subalpinas de las montañas. Las temperaturas medias son bajas, la precipitación de nieve es abundante y el verano es templado húmedo. La vegetación característica está representada por los bosques de coníferas (pinos, abetos), bajo los cuales se hallan los arbustos del sotobosque. Las coníferas, los abedules, los linceos, los lobos, las liebres árticas, etc., son los seres vivos más abundantes en la taiga.

c) El bosque caducifolio es un bioma que se da en regiones templadas de clima oceánico con una estación fría (invierno), una calurosa (verano) y una pluviosidad abundante (Europa Central). La vegetación dominante está constituida por los árboles caducifolios, cuyas hojas forman un mantillo sobre el que se desarrollan vegetales de poca altura y hongos. En el bosque caducifolio abundan los robles, hayas y castaños, así como los osos, zorros, ardillas, gatos monteses, insectos de muchos tipos...

d) El bosque y el matorral mediterráneos se dan en regiones de clima mediterráneo, caracterizado por un verano cálido y seco y un invierno suave y poco lluvioso. Los árboles (encinas, alcornoques) suelen presentar hojas de epidermis gruesa para evitar pérdidas excesivas de agua, dada la sequedad del ambiente. En el bosque y el matorral mediterráneo abundan las encinas, los alcornoques, los madroños, las zarzas, entre los que viven conejos, reptiles, insectos, ardillas, jabalíes y aves. Este bioma suele ser utilizado por muchas aves migratorias como lugar de escala.

e) La pradera es un bioma que se da en regiones de pluviosidad irregular e intermitente. La vegetación se desarrolla en primavera y se agosta en verano. El estrato más abundante es el herbáceo (principalmente gramíneas) acompañado de algunos árboles y matorrales dispersos. El clima es caluroso y seco en verano y frío en invierno. Las praderas son típicas del interior de los continentes, como en África (sabana), Estados Unidos, Argentina y Rusia (estepas). La fauna está representada por el caballo, la gacela, el antílope, el bisonte, el león, etc.

f) El desierto es un bioma que se halla en regiones con cambios bruscos de temperaturas y gran escasez de precipitaciones. Debido a esto, los organismos presentan adaptaciones para la retención de agua. Muchos vegetales tienen un ciclo vital corto para aprovechar los pequeños períodos de lluvias. Los animales suelen presentar actividad nocturna y obtienen agua de ciertas plantas. Existen desiertos calientes (Sahara, Arizona), de temperatura media alta, y desiertos fríos (Mongolia), de

temperatura media más baja. En los desiertos hay plantas xerófilas, como el cactus, y animales como camellos, hienas, perros, ratas del desierto, reptiles y escorpiones.

g) La selva virgen o bosque ecuatorial es un bioma que se da en regiones intertropicales caracterizadas por una pluviosidad alta y uniformemente repartida, una temperatura media elevada y una luminosidad abundante en el estrato superior. La vegetación y la fauna se hallan muy estratificadas. Las especies arbóreas son de gran altura, y sobre ellas se encuentran muchas plantas epifitas y trepadoras. También son muy abundantes los arbustos y las hierbas. Los animales presentan muchas adaptaciones: arborícolas, anfibios, trepadores, etc.

### **3.LOS BIOMAS MARINOS.**

Los seres vivos que habitan el océano pueden clasificarse atendiendo a su forma de vida. El bentos es el conjunto de animales que viven sobre el fondo, a cualquier profundidad. Los representantes del plancton viven flotando en el seno de las aguas, encontrándose inmóviles o realizando pequeños movimientos. Los que pueden nadar y se desplazan con facilidad constituyen el necton. En el océano podemos distinguir las siguientes zonas:

a) Zona nerítica. Comprende la zona que va desde la orilla hasta la línea en que se alcanzan los 200 metros de profundidad, cuyo fondo corresponde a la plataforma continental. Es una zona iluminada y con movimientos continuos de agua: olas, mareas y corrientes. Existen gran diversidad de animales: caracoles marinos, erizos de mar, medusas, cangrejos y además gran cantidad de algas.

b) Zona oceánica. Es la zona iluminada que se encuentra alejada de la costa. La luz llega hasta los 100 ó 200 metros, según la claridad de las aguas y permite la existencia de algas unicelulares planctónicas (que viven flotando). Sobre todo hay peces y mamíferos acuáticos.

c) Zona oscura. Es una zona afótica, a la que no llega la luz. Corresponde a las aguas que se encuentran por debajo de los 200 metros de profundidad. No es posible ninguna forma de vida vegetal y se encuentran animales carnívoros y comedores de los restos que continuamente caen de las capas superiores.

### **LA VEGETACIÓN ESCLERÓFILA.**

*La vegetación del bosque mediterráneo también recibe el nombre de vegetación esclerófila que quiere decir "de hoja dura", por ser esta característica común a la encina, el acebuche, el algarrobo, la aulaga y otras muchas plantas... Se trata de una adaptación a la prolongada sequía estival propia del clima mediterráneo ya que las hojas endurecidas permiten reducir al máximo la pérdida de agua. En realidad son varias las adaptaciones encaminadas a reducir esta transpiración:*

- a) *Las hojas duras están provistas de una gruesa cutícula que forma un aislante. La cutícula está formada por varias capas de células donde se encuentra una sustancia denominada lignina que endurece.*
- b) *Los estomas (poros a través de los cuales se realiza el intercambio gaseoso), se agrupan en concavidades y se protegen con pelitos o escamas que tienen como*

*misión atrapar una fina de capa de aire y saturarlo de humedad, lo que impide la difusión de vapor de agua. Ejemplo: matagallo.*

- c) Las hojas de color grisáceo o blanquecino reflejan mejor la luz solar y evitan el calentamiento de la hoja. Ejemplo: ardivieja.*
- d) Las secreciones de ceras y aceites tienen una función antidesecante. La abundancia de plantas ricas en estas sustancias es la causante del intenso aroma del bosque mediterráneo. Ejemplo: jara pringosa.*
- e) A veces las hojas se transforman en espinas reduciendo al mínimo su tamaño como en la aulaga o pliegan sus bordes como en el romero.*
- f) Las formas redondeadas de las copas, junto con su baja altura y la espesura del ramaje, son también adaptaciones al medio.*
- g) Por último las raíces suelen ser muy largas para buscar la humedad, hasta de diez metros en el caso de la encina.*

#### **RAPACES DIURNAS EN LA SIERRA DE CÁDIZ.**

*Sin duda es el buitre leonado la especie más sobresaliente de cuantas viven en la Sierra Norte de Cádiz. Este gran carroñero abunda aquí como en pocos lugares de España. Ver sobrevolar 30 ó 40 buitres sobre los aires serranos es un espectáculo que sólo en lugares como éste puede contemplarse. El alimoche comparte con el buitre la alimentación carroñera y la costumbre de nidificar en las paredes rocosas; se diferencia de aquél por su menor tamaño y por ser estival.*

*Otras rapaces son hábiles cazadoras y se sitúan en la cima de la pirámide ecológica. Entre ellas destaca el águila real, la mayor de las águilas; desgraciadamente es muy escasa y hoy día encuentra serios problemas para nidificar porque las cortados rocosos están muy poblados de buitres. Otra competidora es el águila perdicera que también construye nidos en las paredes rocosas; es una rapaz mediana pero muy agresiva; las perdiceras son relativamente frecuentes en la sierra. A estas dos águilas sedentarias se unen, a partir del mes de Marzo, otras dos especies de tamaño mediano: el águila calzada y el águila culebrera que construyen sus nidos en los árboles.*

#### **4. ESTRUCTURA Y DINÁMICA DEL ECOSISTEMA.**

La insistencia en las relaciones nos hace contemplar el ecosistema no como una fotografía sino como una película en la que la lucha por la vida es el argumento principal: comer para sobrevivir y evitar ser devorado. Precisamente es el tipo de alimentación el criterio utilizado por los ecólogos para clasificar a los seres vivos:

a) Productores son los vegetales por ser los únicos capaces de producir nueva materia orgánica. También se les llama autótrofos que literalmente significa que se "alimentan a si mismos" ya que no tienen necesidad de comer otros seres vivos sino que fabrican su propia materia orgánica por el proceso de la fotosíntesis.

b) Consumidores primarios son los animales que se alimentan de los productores, es decir los herbívoros.

c) Consumidores secundarios son los que se alimentan de los anteriores, es decir los carnívoros. Puesto que hay varios carnívoros que se alimentan de otros carnívoros podemos distinguir consumidores terciarios, cuaternarios, etc.

Como norma general se puede afirmar que en un ecosistema el número de productores ha de ser bastante superior al de los consumidores primarios; éstos bastante más numerosos que los consumidores secundarios; finalmente los superdepredadores, las fieras, serán escasos. Esto queda reflejado en la popular pirámide ecológica: en la pirámide se sitúan debajo los productores sustentando a los consumidores primarios y éstos sustentando a los consumidores secundarios; además el tamaño relativo de cada uno de los niveles de la pirámide refleja el número de individuos en ese nivel.

La pirámide ilustra que en el ecosistema existe equilibrio entre sus componentes. Si aumentamos o disminuimos el número de individuos en un nivel de la pirámide todo el ecosistema se altera. Imaginemos un caso sencillo de cadena alimentaria: vegetales-saltamontes-rana-culebra-águila culebrera. Si suprimiéramos, por ejemplo, las poco populares culebras estaríamos condenando a la extinción a las águilas culebreras y podría producirse una explosión el número de ranas que a su vez afectaría a la población de saltamontes. La culebra tiene por tanto una función dentro del el ecosistema, tiene su propio nicho ecológico.

En todo ecosistema existe un flujo de materia que va de vegetales a consumidores primarios, a consumidores secundarios y de éstos a los superdepredadores. Así las cosas parece que el final de este proceso es el agotamiento de la materia. Esto sería así de no ser por los descomponedores, básicamente hongos y bacterias que se encargan de transformar la materia orgánica muerta en materia inorgánica para que sea reutilizada por los productores. Este movimiento cíclico es válido sólo para la materia orgánica; sin embargo determinados materiales artificiales no son biodegradables y están condenados a acumularse en los vertederos a menos que sean reciclados por el propio hombre.

## **5.CAMBIOS EN LOS ECOSISTEMAS.**

Aunque la pirámide y los ciclos de materia nos recuerdan la idea de equilibrio, esto no quiere decir que el ecosistema no cambie, Se pueden definir dos casos extremos de cambios del ecosistema en el tiempo: sucesión y regresión. Se entiende por sucesión ecológica el paso paulatino de una comunidad a otra, por ejemplo de pastizal a matorral y a bosque, de manera que aumenta el número de especies y las interacciones entre ellas; al estadio final de esta sucesión se denomina comunidad clímax. Cuando el proceso es en sentido contrario decimos que ha tenido lugar una regresión; muchas regresiones están provocadas por la acción humana.

*La encina mediterránea (Quercus rotundifolia) es la especie dominante en la mayor parte del Parque Natural de la Sierra de Grazalema. Presenta una gran plasticidad ecológica que se traduce en su extraordinaria capacidad para colonizar territorios sometidos a condiciones bioclimáticas muy diferentes.*

*Los encinares incluyen, además de alguna que otra especie arbórea, un matorral muy rico. Este matorral, frecuentemente espinoso, es muy característico del*

*bosque mediterráneo y con frecuencia es lo único que queda del encinar: la acción humana ha eliminado las encinas y sólo quedan las especies arbustivas como testigo de la vegetación potencial de la región. Pero la degradación puede aumentar aún más hasta quedar reducido a un tomillar, en el que además del tomillo suele ser destacada la presencia de matagallo y aulaga, entre otras especies.*

*En el Parque Natural de Los Alcornocales la especie dominante es el alcornoque aunque también pueden aparecer otros árboles incluida la encina. El grado de conservación de la comunidad clímax es mayor que en la Sierra de Grazalema, pero también se reconocen etapas de degradación especialmente en las partes más bajas del Parque. La degradación conduce primero a un matorral dominado por los brezos y más tarde a un jaral en el que son frecuentes las aulagas.*

### **MEDICINA PLANETARIA.**

*Pensemos que la Tierra es un paciente que visita una clínica cósmica para realizar su revisión de la mediana edad. El médico planetario visita a un planeta maduro y cómodo que aparentemente goza de buena salud, pero los informes del patólogo y del dermatólogo revelan señales físicas inusuales. El dióxido de carbono y el metano atmosféricos están por encima de su nivel normal y hay sospecha de fiebre. También se observan ciertos problemas cutáneos: la superficie terrestre muestra áreas descubiertas.*

*Gaia sufre “Primatemia diseminada”, una plaga de personas. En cierto sentido, los seres humanos nos comportamos sobre la Tierra como un microorganismo patógeno o como las células de un tumor. Hemos crecido en número y en molestias para Gaia hasta el punto de que nuestra presencia es perceptiblemente discapacitante, como una enfermedad. Y como las enfermedades humanas, hay cuatro resultados posibles: destrucción de los organismos invasores causantes de la enfermedad, infección crónica, destrucción del invasor o simbiosis, es decir una relación duradera de beneficio mutuo para anfitrión e invasor.*

### **EL PROGRESO.**

*Yo quisiera poder aplacar una fiera terrible,  
yo quisiera poder transformar tanta cosa imposible,  
yo quisiera poder decir tantas cosas que pudieran hacerme sentir bien conmigo.  
Yo quisiera poder abrazar a mi mayor enemigo.*

*Yo quisiera no ver tantas nubes oscuras arriba,  
navegar sin hallar tantas manchas de aceite en los mares,  
y ballenas desapareciendo por falta de escrúpulos comerciales,  
yo quisiera ser civilizado como los animales.*

*Yo quisiera no ver tanto verde en la Tierra muriendo,  
ni en las aguas de ríos los peces desapareciendo,  
yo quisiera gritar que ese tal oro negro no es más que un negro veneno.  
ya sabemos que por todo eso vivimos y amamos.*

*Yo no puedo aceptar ciertas cosas que ya no comprendo:*

*el comercio de armas de guerra de muertes viviendo.  
Yo quisiera hablar de alegría en vez de tristeza mas no soy capaz.  
Yo quisiera ser civilizado como los animales.*

*Yo no estoy contra el progreso si existiera un buen consenso.  
Errores no corrigen otros eso es lo que pienso.*

## **6.LOS RECURSOS NATURALES.**

La humanidad obtiene recursos del medio ambiente, entendiéndose por recurso a cualquier componente del medio natural, tanto materia como energía, que posee interés para las personas. Se suelen clasificar los recursos:

- a) Recursos renovables. Son los que forman parte del ciclo natural por el que regeneran tras su uso como, por ejemplo, el agua y los alimentos.
- b) Recursos no renovables. Son los que, tras su uso, no pueden regenerarse como los recursos minerales y los combustibles fósiles.

El principal problema ambiental relacionado con la explotación de los recursos es su agotamiento. Esto es cierto tanto para los recursos no renovables como para los renovables, como por ejemplo, los recursos biológicos, si su explotación se hace a un ritmo más rápido que su renovación. Veamos algunos ejemplos:

- Los bosques, que se talan para extraer madera o para ganar terreno que se dedica a campos de cultivo o urbanizaciones.
- Las zonas húmedas, que son desecadas y transformadas en zonas de expansión agrícola, industrial o urbana.
- Los ecosistemas oceánicos, cuyas especies de valor comercial son sobreexplotadas. Además, junto a esas especies también se realizan capturas involuntarias de tortugas, delfines y otras especies.
- Las aguas subterráneas que se extraen a un ritmo superior al de su reposición. Su sobreexplotación en regiones costeras hace que entre el agua del mar en los acuíferos con la consiguiente salinización.

## **7.RESIDUOS Y CONTAMINACIÓN.**

Todo uso de recursos conlleva la eliminación de residuos. El problema ambiental que generan los residuos se engloba bajo el término contaminación. Contaminación es todo cambio indeseable en las características del agua, el suelo, el aire o los alimentos, que afecta nocivamente a la salud, la supervivencia o las actividades de los seres vivos.

La quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) en las centrales térmicas, en los vehículos, en las calefacciones, etc. genera un gran cantidad de gases contaminantes que van a la atmósfera. Estos gases son los responsables del smog (niebla contaminante) propio de grandes ciudades que resulta perjudicial para las vías respiratorias. Otros gases, como los óxidos de nitrógeno y de azufre, reaccionan con el agua de las nubes apareciendo ácido sulfúrico y ácido nítrico que provocan las llamadas lluvias ácidas que están “matando” muchos bosques y lagos europeos.

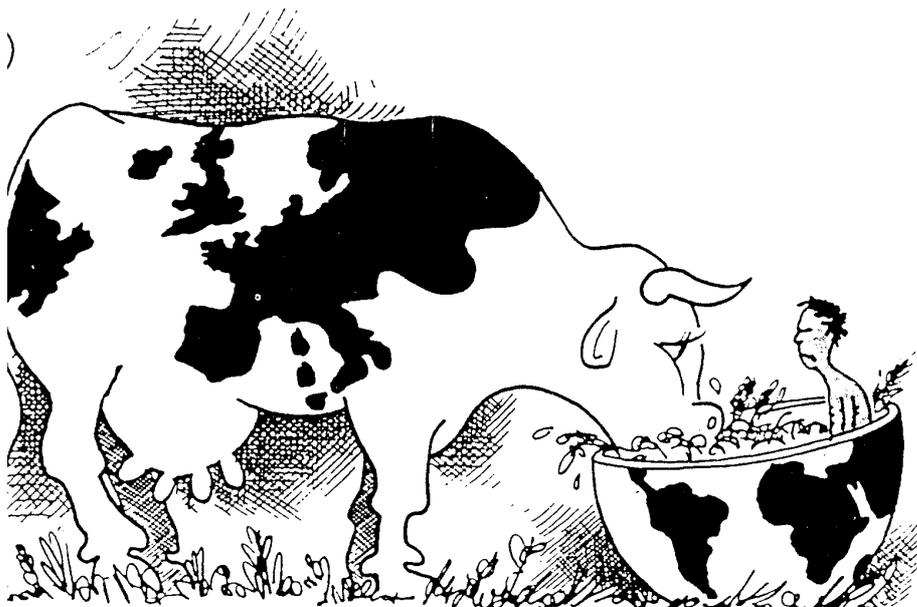
Más graves, por afectar a la totalidad del planeta, son el aumento del efecto invernadero y la destrucción de la capa de ozono. El dióxido de carbono y el metano son los principales responsables del aumento del efecto invernadero; estos gases absorben la radiación terrestre no dejando que escapen al espacio exterior; como consecuencia puede producirse un cambio climático generalizado y los casquetes polares pueden derretirse con lo que subiría el nivel del mar y se inundarían las regiones costeras. La reducción de la capa de ozono, que nos protege de la radiación ultravioleta, se debe a los compuestos clorofluorocarbonados (CFC) que se emplean en aerosoles y en sistemas de refrigeración.

Los residuos líquidos, como aguas fecales, detergentes y líquidos de origen industrial, acaban en ríos y mares. Ambos poseen sus propios sistemas de autodepuración pero no son suficientes si el volumen de vertidos es muy alto. Por eso es necesario instalar depuradoras junto a cada foco de contaminación. Algunos ríos y lagos sufren el problema de la eutrofización: sus aguas se vuelven turbias, malolientes y en ellas sólo pueden vivir algunos microorganismos anaerobios. Las aguas marinas también sufren múltiples agresiones destacando, sobre todo, las mareas negras como la ocasionada por el Prestige en las costas gallegas.

Los residuos sólidos son otro problema de primer orden. El estilo de vida consumista y la costumbre del “usar y tirar” hacen que a diario se produzcan grandes cantidades de desechos para los que es difícil encontrar un emplazamiento idóneo. A esto hay que añadir que no todo lo que se tira es basura, hay muchos elementos que pueden ser aprovechados o reciclados. Por eso, la tendencia actual es fomentar la separación de basuras en contenedores diferentes para papel, vidrio y envases de forma que se puedan usar como materias primas en la industria. La materia orgánica, en los vertederos, se transforma en compost, un material parecido al humus, muy útil para la agricultura.

## **8.HACIA UN DESARROLLO SOSTENIBLE.**

El modelo de crecimiento económico imperante durante el siglo XX no ha tenido en cuenta los costes ambientales. Se trataba de producir cada vez más y proporcionar un mayor confort sin considerar los impactos ambientales. A partir de los años sesenta se alzaron voces críticas defensoras de la naturaleza, los llamados conservacionistas que propugnaban un freno en el desarrollo. El movimiento conservacionista es un fenómeno propio de los países desarrollados ya que los países pobres de ninguna manera quieren renunciar a su desarrollo; para ellos el principal problema es reducir el hambre y la pobreza de sus habitantes. Además, ¿sería ético dedicar grandes cantidades de dinero a la preservación de ciertos animales sabiendo que hay gente muriendo de hambre?



En la actualidad el modelo de desarrollo al que se aspira se conoce como “desarrollo sostenible” y busca el equilibrio entre el desarrollo económico y la protección del medio ambiente. El desarrollo sostenible propugna el uso de los recursos naturales de tal forma que sigan estando disponibles para las generaciones futuras; la sostenibilidad implica usar, sobre todo, recursos renovables, sin sobrepasar la tasa de renovación.

Desgraciadamente nuestra sociedad está montada sobre el consumo desenfadado de bienes no renovables. Por ejemplo, cerca del 90% de nuestras fuentes de energía son no renovables. Es preciso un cambio radical en nuestro modelo energético; no se trata sólo de cambiar de energía, también hay que reducir su consumo. Debemos ser más austeros en el consumo de electricidad, de agua, de papel, de plásticos, etc. En esta tarea los gobiernos tienen un papel muy importante, también los técnicos pero, cada uno de nosotros, debe ser consciente de su responsabilidad individual.

### **POSTURAS ANTE LA CRISIS AMBIENTAL.**

1. *Aislarse, encerrarse en sí mismo y decir: ¡QUÉ SE VA A HACER! YO NO SOY EL RESPONSABLE.*

2. *Quedarse en la cómoda posición de decir: Y YO, ¿QUE PUEDO HACER?*

3. *Ponerse en camino y pensar: POR MI PARTE... HARÉ LO QUE PUEDA.*

4. *Sentarse cómodamente y soñar: ¡QUÉ BONITO SERIA UN MUNDO MARAVILLOSO ¿CUÁNDO LLEGAREMOS A ESO?*

5. *Unirse a otros cuantos y decir todos juntos: ¡HAY QUE HACER ALGO! ¡UNIDOS LO CONSEGUIREMOS!*

6. *Ponerse una especie de cortina frente a la realidad y preguntarse: ¿PERO QUÉ ES LO QUE PASA? ¿YO NO VEO NADA ¡*

7. *Contemplan pasivamente la realidad y decir: ¡QUÉ MAL ANDAN LAS COSAS POR AQUÍ!*

8. *Dar la espalda a la realidad y decir: ¡Y A MÍ QUÉ ME IMPORTA? ¡YO A LO MÍO!*

9. *Reconocer la gravedad de los problemas y comprometerse diciendo: ¡ENTREGARÉ LO QUE TENGO!*

### **OBJETIVOS MÍNIMOS DEL TEMA “ECOLOGÍA”.**

1. Definir y utilizar correctamente los siguientes términos: ecosistema, biotopo, biocenosis o comunidad, factores bióticos, factores abióticos, bentónico, planctónico, nectónico, nerítico, pelágico, fotosíntesis, productores, consumidores, cadena trófica, red trófica, pirámide ecológica, sucesión ecológica, clímax, regresión.
2. Situar latitudinalmente los principales biomas e indicar las características climáticas de cada uno de ellos. Reconocer los principales biomas terrestres en fotografías o dibujos panorámicos.
3. Enumerar adaptaciones de las plantas de nuestro entorno a la sequía estival.
4. Razonar sobre la luz como factor limitante de la vida en los ecosistemas acuáticos.
5. Realizar una redacción relacionando los siguientes conceptos: ciclos de materia, descomponedores, basura, reciclaje, biodegradable, recurso no renovable, las tres erres.
6. Interpretar gráficas que muestran las variaciones a lo largo del tiempo del tamaño de una población.
7. Enumerar los recursos que la humanidad obtiene de la naturaleza. Clasificarlos en renovables y no renovables.
8. Enumerar los impactos ambientales negativos provocados por la humanidad. Clasificarlos atendiendo a la parte del medio que sufre el impacto (atmósfera, hidrosfera, geosfera y biosfera) y atendiendo al tamaño de la zona afectada (local, regional y global).
9. Escribir una redacción sobre “Las fuentes de energía y el medio ambiente”.
10. Enumerar acciones y comportamientos individuales para colaborar en la protección y mejora del medio ambiente.

**CONTENIDOS**

1. EL RELIEVE.....	2
2. PROCESOS GEOLÓGICOS INTERNOS Y TECTÓNICA DE PLACAS.....	10
3. EVOLUCIÓN.....	21
4. GENÉTICA.....	33
5. ECOLOGÍA. LA HUMANIDAD Y EL MEDIO AMBIENTE.....	42