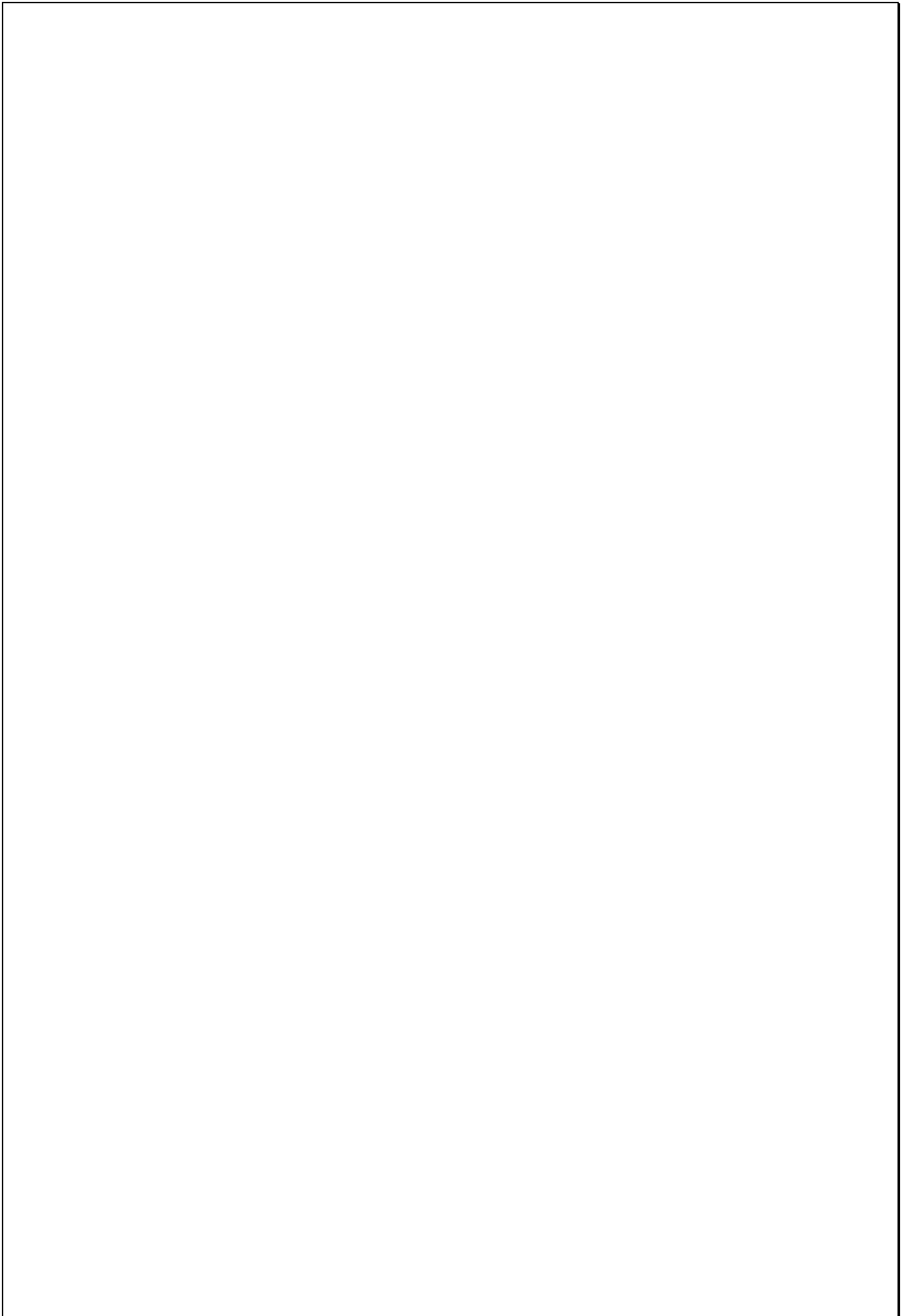




UN RECORRIDO POR LAS CIENCIAS DE LA VIDA Y LAS CIENCIAS DE LA TIERRA





**UN RECORRIDO POR LAS CIENCIAS DE LA VIDA Y LAS
CIENCIAS DE LA TIERRA**

Proyecto de Difusión y Divulgación Científica del extinto MCYT

“Un Recorrido por las Ciencias de la Vida y las Ciencias de la Tierra”.

Programa Nacional de Difusión y Divulgación de Ciencia y Tecnología 2000-2003.

Ref.: DIF2003-10391-E

Editoras: Antonia Andrade Olalla y M^a Dolores López Carrillo

Imprime:

ISBN:

Depósito Legal:

PRESENTACIÓN

Esta guía es el resultado de un Proyecto de Divulgación Científica financiado por el antes Ministerio de Ciencia y Tecnología, cuyo objetivo principal se centra en acercar la investigación científica a todas aquellas personas interesadas por las Ciencias de la Vida y las Ciencias de la Tierra. La idea germinó a partir de nuestra preocupación por la difusión del conocimiento, no solo en el ámbito universitario, en el que trabajamos los autores, sino en la Sociedad y con la inquietud, no sé si de forma infundada, de que todos aquellos interesados en estas cuestiones, sean o hayan sido universitarios, tengan o no estudios superiores, puedan acceder a la comprensión de la Ciencia en general y cómo ésta se aplica en nuestra convivencia diaria, en particular.

Seleccionar estos temas no ha sido fácil. Por un lado, porque debido a nuestra formación, el interés que generan determinados contenidos no tienen por qué coincidir con los del resto de la población. Por otro, por una simple cuestión de limitación de nuestros propios conocimientos. Sin embargo, el entusiasmo por la divulgación de las Ciencias Biológicas y Geológicas y disciplinas afines, en mi caso personal, como responsable de este Proyecto, me ha llevado a “cometer” esta osadía.

Dentro del gran apartado de las Ciencias de la Vida se han abordado cuestiones que en la actualidad están al orden del día en los medios de comunicación, como por ejemplo las células-madre, bien es verdad que se debe al próximo acoplamiento del debate político con el estado de las investigaciones y la demanda que los investigadores implicados en estas líneas requieren en materia legislativa. A la hora de escribir esta presentación, acaban de llegar a España las primeras líneas de células-madre correctamente catalogadas y definidas procedentes de países más avanzados, política y científicamente, en estas cuestiones que el nuestro, que, afortunadamente, ya se está normalizando en este tipo de investigación.

Pero para saber qué son las células-madre hay que conocer un poco más a fondo qué es lo que hace tan importante a estas células; para ello hay que saber qué estructura tienen en su núcleo celular: saber, ni más ni menos, qué es el ADN, su estructura, sus propiedades y, en

definitiva, que es, junto al ARN, el núcleo central de la Vida. También se incluye aquí el Proyecto Genoma Humano, tan importante para nosotros como especie. Por ello ocupa el primer lugar en este trabajo.

El gran apartado de las Ciencias de la Tierra podría haberse abordado como un compendio de Geología. No obstante, debido al temor de que se convirtiese en eso precisamente, hemos querido ser más prácticos y hemos afrontado este contenido desde la perspectiva de los Riesgos Naturales que se puede encontrar la población si la Naturaleza desata sus fuerzas. También en estos momentos las crónicas de los terremotos en Japón o los volcanes de Santa Elena, en Estados Unidos o en Islandia están en los espacios de noticias nacionales e internacionales, tanto en prensa escrita como en televisión.

Se podían haber abordado aquellos riesgos provocados por la acción del hombre o consecuencia de sus acciones; posiblemente puedan ser más numerosos que los naturales. Sin embargo solo nos adentramos en el origen, causas y consecuencias de aquellos procedentes tanto del interior de la Tierra (volcanes, terremotos) como del exterior (ciclones, inundaciones, sequías) o mucho más externamente a nuestro planeta (meteoritos).

Si hemos conseguido que alguien se interese por la Ciencia con nuestro trabajo, este esfuerzo ya ha merecido la pena. Si alguna persona ha visto este proyecto y ha detectado fallos, inexactitudes, omisiones o deslices, bien está que lo haya hecho, porque la Ciencia no es perfecta y la hacen las personas y en mi caso, me hago responsable absoluta como mero transmisor de ciencia, realizada por otros. Y si esta guía que maneja el lector le instiga a seguir escudriñando aquello que nos hace únicos en el Universo (de momento), será el premio que hemos estado soñando durante la confección de esta guía.

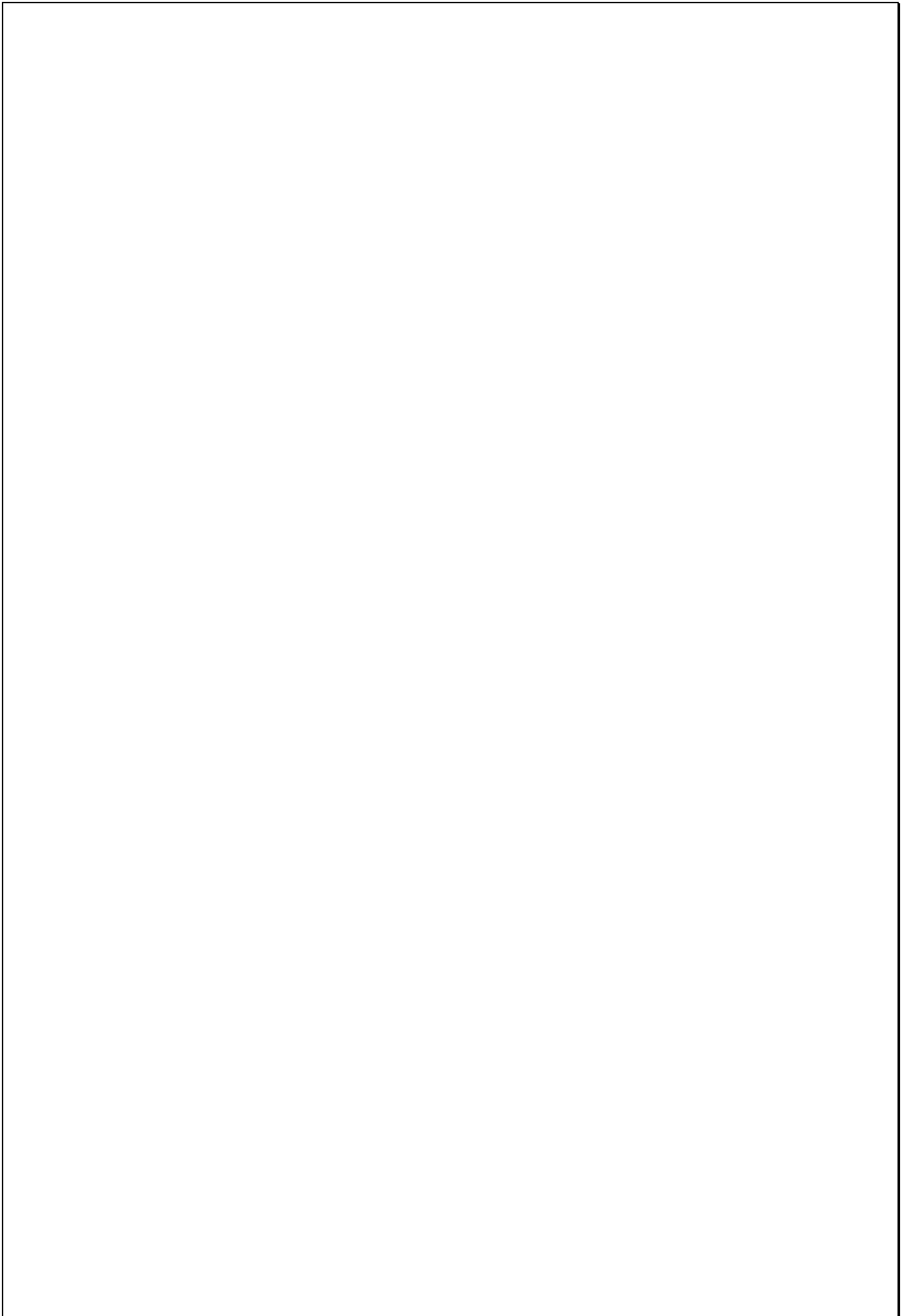
Antonia Andrade

Responsable del Proyecto

ÍNDICE DE TEMAS	páginas
La estructura molecular de la vida. ADN y ARN. Enzimas.	1
El ADN	1
Propiedades del ADN	2
¿Cómo hace una molécula de ADN para codificar una proteína?	4
El ARN	5
Enzimas	7
Los ambientes extremos de la Vida.	9
Porqué buscamos vida en ambientes extremos...	9
Arqueobacterias, esas desconocidas	11
Por su clasificación las conocerás	12
¿Qué son los organismos modificados genéticamente?.	13
Definición de OMG	13
Tipos de OMG	14
Cómo se producen	14
Ventajas de los OMG	16
Inconvenientes, riesgos y otros problemas	17
Células madre.	19
¿Qué son las Células madre?	19
Los avances en Medicina regenerativa	22
La polémica de los embriones ¿ética, científica o política?	23
Sistema inmune, enfermedades infecciosas y nuevas enfermedades.	25
Fronteras de la ciencia.	25
Sistema inmune: sus componentes	25
Fases de la respuesta inmune	27
¿Quiénes nos infectan?	28
Enfermedades nuevas: saltando entre especies	31
Toxinas, Venenos, y otras sustancias ponzoñosas.	34
Definición de términos	34
Clasificación por criterios	35
Biotoxinas	36
¿Cuál es el impacto de las extinciones?	37
A modo de introducción	37
Extinción Finiordovícica	38
Extinción del Devónico Superior	39
Extinción Permo-Triásica	40
La extinción Triásico-Jurásica	42
La extinción K/T ó Cretácico-Terciario	43
La Sexta Extinción	46
¿Cuál es el patrimonio Paleontológico español? Principales yacimientos españoles	48
El Patrimonio Paleontológico: ¿ese gran desconocido?	48
Murero	50
Puertollano	50
Aragoncillo	51

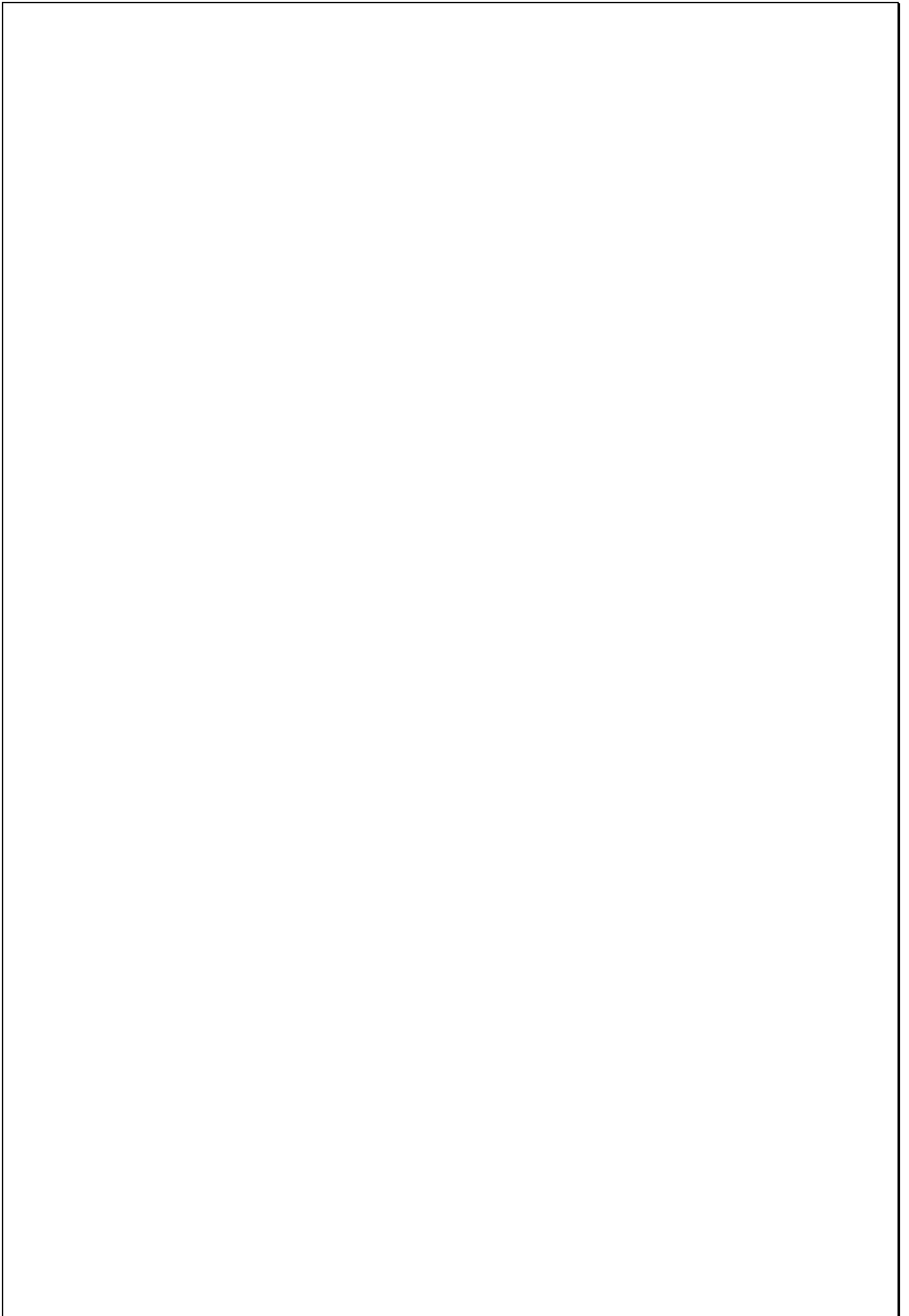
Las Hoyas	52
Peñacerrada	53
El Enciso (La Rioja)	55
Zumaya	56
Cerro de los Batallones	57
Rubielos de Mora	58
Orce	58
Atapuerca	59
El Padul	65
Altamira	67
Biodiversidad: ¿existen seres vivos sin descubrir en nuestro planeta?	70
Definiciones de Biodiversidad	70
Pero ¿sabemos cuántos somos?	71
¿Qué es la Vida sin Evolución?	73
Antes de Darwin...	73
La selección natural: teoría de Darwin	76
Otras teorías contemporáneas con Darwin	78
Teorías actuales: Neodarwinismo	80
Riesgos y Peligros Geológicos	83
Definición de riesgo y peligro natural	83
Clasificación de Riesgos Geológicos: endógenos y exógenos	83
Los volcanes	85
Volcanes, esos gigantes ardientes	85
Tipos de erupciones	85
Lo que escupen los volcanes	87
Tipos de edificios volcánicos y otras manifestaciones	87
Peligros que producen los volcanes	89
Terremotos	91
Terremotos	91
¿Qué se mide en los terremotos?	92
Tipos de ondas sísmicas	92
Instrumentación sísmica	94
Predicción de los temblores	95
Las causas: Tectónica de Placas	96
Consecuencias derivadas: los Tsunamis	97
Definición de Tsunami	97
Causas de los Tsunamis	98
Otras consecuencias: Licuefacción o licuación	100
Definición y tipos	100
¿Por qué se licúan los suelos?	100
Medidas para mitigar la licuefacción	102
Riesgos climáticos y meteorológicos	103
Introducción	103
Tormentas	103

Granizo	105
Ciclones y Huracanes	107
Definiciones. Escala Saffir-Simpson	107
Tipos de ciclones	107
Partes del huracán	109
Lugares y épocas de huracanes	110
Tornados	112
Definición y características de los Tornados	112
Riesgos Hidrológicos	114
Introducción	114
Inundaciones costeras	114
Desbordamientos de los ríos y sus cauces	115
Erosión y sedimentación	119
Efectos de la erosión	120
Sedimentación	120
Salinización	121
Efectos en la vegetación	123
Desertificación y sequía	123
Procesos de desertificación	124
Efectos de la desertificación	126
Incendios Naturales	127
Introducción	127
Adaptaciones vegetales al fuego	127
Riesgos Cósmicos	129
Impactos de meteoritos o el terror de los Galos...	129
Clasificación de los meteoritos	130
Otros Riesgos	132
Descripción del suelo. Suelos expansivos	132
Deslizamientos de tierras	134
Desprendimiento de rocas	135
Factores que influyen en la estabilidad de las laderas	136
Aludes de nieve	137
Hundimiento de tierras	138
¿Porqué buscamos vida en Marte?. Entre la Biología y la Geología	139
Introducción	139
Cronología viajera al Planeta Rojo	140
Objetivos de la misión a Marte	147
Nota aclaratoria acerca de este Proyecto	149





CIENCIAS DE LA VIDA



La estructura molecular de la Vida: ADN y ARN

Objetivo del tema

En este primer tema de divulgación sobre Ciencias de la Vida se trata de asentar las bases moleculares de la vida, conocer un poco más a fondo porqué todos los organismos transmiten su información genética a través de las generaciones. Se incluye en este tema las enzimas porque son sustancias proteicas que sirven como base de las reacciones del metabolismo, fundamentales para la vida.

También se han añadido en el apartado de nuevas investigaciones varios vínculos acerca del Proyecto Genoma Humano, posiblemente el proyecto más ambicioso llevado a cabo por el hombre para conocer su propia secuencia de ADN. Aunque esta secuencia está completada, en la actualidad estamos en fase de saber dónde empieza y dónde acaba cada gen, la unidad fundamental de ADN que codifica una proteína y su función.

El ADN

Todos los seres vivos poseen en sus células, especializadas o no, un material con propiedades tales que son capaces de transmitir a la siguiente generación, lo cual es básico en la conservación de la vida. Son los ácidos nucleicos. Aunque

existían estudios anteriores en la década de los 40, en 1953, el genetista estadounidense James Dewey Watson y el británico Francis Harry Compton Crick, aunando sus conocimientos químicos, trabajan juntos en la estructura del ácido desoxirribonucleico o ADN. Esta información proporcionó de inmediato los medios necesarios para comprender cómo se copia la información hereditaria.

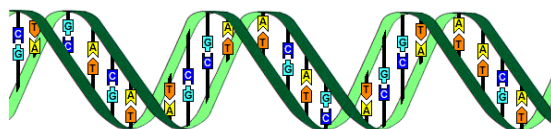


Composición ADN-cromosoma. Tomado de:
http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human_Genome/graphics/slides/scidnastrand.shtml

Watson y Crick descubrieron que la molécula de ADN está formada por dos cadenas alargadas, o filamentos, que se enrollan formando una doble hélice, algo parecido a una larga escalera de caracol. Las cadenas, o lados de la escalera, están constituidas por un ácido ortofosfórico y un hidrato de carbono o azúcar, denominado desoxirribosa, que se alternan. Las bases nitrogenadas, dispuestas en parejas con un enlace débil del tipo puente de hidrógeno, representan los escalones. Cada base está unida a una molécula de azúcar y ligada por un enlace de hidrógeno a una base complementaria localizada en la cadena opuesta.

Las bases nitrogenadas son: bases púricas, como Adenina (A) y Guanina (G) y bases pirimidínicas, como Timina (T) y Citosina (C). En la doble hélice, la Adenina siempre se vincula con la Timina mediante dos puentes de hidrógeno y, la Guanina con la Citosina se unen con tres puentes de hidrógeno. A cada unidad compuesta por el grupo fosfato, el azúcar desoxirribosa y una de las bases nitrogenadas se le denomina nucleótido. El orden de la secuencia de las bases es muy importante, ya que en él reside la información contenida en el ácido nucleico; la orientación viene dada

en el sentido 5' 3' ó 3' 5'; el 5' representa el extremo terminal del fosfato y el 3' el extremo final del átomo de carbono de la desoxirribosa. Las dos cadenas de la doble hélice tienen sentidos opuestos: mientras una va en sentido 5' 3', la otra lo hace en sentido 3' 5'. Por eso hablamos del ADN como una doble hélice antiparalela.



Doble hélice de ADN. Tomado de:

http://www.ac-rennes.fr/pedagogie/svt/cartelec/cartelec_lyc/premiere_s/vegetal/adn/adn_anim.gif

Propiedades del ADN

Las hebras del ADN que forman la hélice tienen orientaciones opuestas. La ruptura de los puentes de hidrógeno por calor, álcali o diversos compuestos químicos, como la urea, produce la separación física de las dos hebras del ADN en un proceso denominado desnaturalización. La desnaturalización por calor es total a los 90° C y por álcali, a pH superior a 11,3. El proceso es reversible en ambos casos y al desaparecer el agente desnaturalizante se produce la renaturalización de la molécula, esto

CIENCIAS DE LA VIDA y DE LA TIERRA

La estructura molecular de la Vida: ADN y ARN

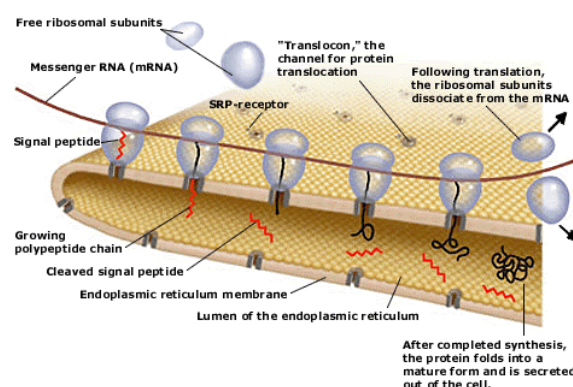
es, la readquisición de la estructura helicoidal perdida.

El proceso de desnaturalización va seguido por un aumento de la absorción de luz ultravioleta (260 nm), denominado efecto hipercrómico.

Otra propiedad interesante es la de su temperatura de fusión (T_m), que es la temperatura a la que la mitad de las moléculas de una solución de ácido nucleico han pasado a estado desnaturalizado. Esta temperatura depende del número de pares G-C que existan en la molécula de ácido nucleico. Cuanto mayor sea éste mayor será la T_m .

Las moléculas de ADN poseen una propiedad denominada replicación, que consiste en hacer una copia nueva e idéntica de la molécula de ADN; para ello, sólo se necesita que las dos cadenas se extiendan y se separen por sus bases; gracias a la presencia en la célula de nucleótidos individuales, se pueden unir a cada cadena separada bases complementarias nuevas, formando dos dobles hélices. Por ejemplo, si la secuencia de bases que existía en una cadena era AGATC, la nueva contendría la secuencia complementaria, o "imagen especular", TCTAG.

El orden de las cuatro bases nitrogenadas y sus complementarias en la cadena paralela, es el que establece el código genético.



Síntesis de proteínas. Tomado de:
<http://nobelprize.org/medicine/laureates/1999/illpres/protein.html>

La estructura química de los nucleótidos es lo que se denomina estructura **primaria** y la forma en doble hélice, que gira en sentido contrario a las agujas de un reloj, es decir, hacia la izquierda o levógira, es la estructura **secundaria**.

Pero, aún así, la molécula de ADN sería muy larga para estar contenida en el pequeño núcleo celular y por ello se compacta más todavía en una estructura **terciaria**, uniéndose a unas proteínas denominadas histonas. Las histonas se reúnen en número de ocho u octámero, formando una especie de bola (llamada *core*); la molécula de ADN da una vuelta y $\frac{3}{4}$ al octámero de

histonas y el $\frac{1}{4}$ restante, llamado *linker*, un otro tramo más de ADN, que está enrollado a otro octámero. El resultado es parecido a un collar de perlas (histonas), unidas por el ADN enrollado a cada perla. Cada unidad de un octámero de histonas + trozo de ADN de más o menos 200 pares de bases se llama nucleosoma. Todo el conjunto se llama cromatina, que puede enrollarse a su vez en una estructura **cuaternaria**, como el solenoide de las bobinas eléctricas. De esta manera, el ADN se encuentra de forma física en el núcleo de la célula empaquetado a distintos niveles, hasta que el solenoide en conjunto forma los cromosomas.



Estructura secundaria del ADN. Tomado de:
<http://www.portalmundos.com/mundomisterio/pista/eladn.htm>

¿Cómo hace una molécula de ADN para codificar una proteína?

La función principal del ADN es la conservación de la información y transmitirla en la replicación. Esta transmisión de información conlleva varios procesos cuyo resultado final es la formación de proteínas, de múltiples funciones vitales para la vida. El conjunto de estos procesos constituye el dogma central de la Biología Molecular:

Transcripción: La información del ADN es transferida al ARN mensajero, que es sintetizado utilizando como molde el ADN original y dirigido por la enzima ARN polimerasa. Este ARNm será transportado desde el núcleo a los ribosomas que se encuentran en el citoplasma.

Traducción: El orgánulo celular responsable de la síntesis proteica es el ribosoma. La molécula específica que va a trasladar los aminoácidos (componentes elementales de las proteínas) siguiendo las pautas dictadas por el ARNm es el ARN transferente. Cada ARNt tiene un anticodon específico (formado por tres bases).

Una proteína cargada denominada aminoacil tARN sintetasa es la encargada de unir el aminoácido

correcto correspondiente al anticodon a una posición de anclaje. De esta manera, a partir de una señal de iniciación en el ARNm (codon ATG), comienza la síntesis y el primer aminoácido transportado por el ARNt y correspondiente a este codon es la Metionina. Este primer paso se denomina iniciación de la traducción y tiene lugar en una posición concreta del ribosoma denominada aminoacil (A). Posteriormente este ARNt junto con su aminoácido correspondiente salta a una posición contigua denominada peptidil (P) y llega un nuevo ARNt con el correspondiente aminoácido para anclarse en su codon y se sitúa en la posición A que ha quedado libre. Entre ambos aminoácidos se establece una unión peptídica y el ARNt de la posición P es liberado, comenzando el proceso de nuevo. Este proceso de elongación continúa hasta llegar a un codon de parada. Una vez sintetizada la proteína puede sufrir modificaciones posteriores a la transcripción (cortes por enzimas proteolíticas, fosforilaciones, glicosilaciones etc...

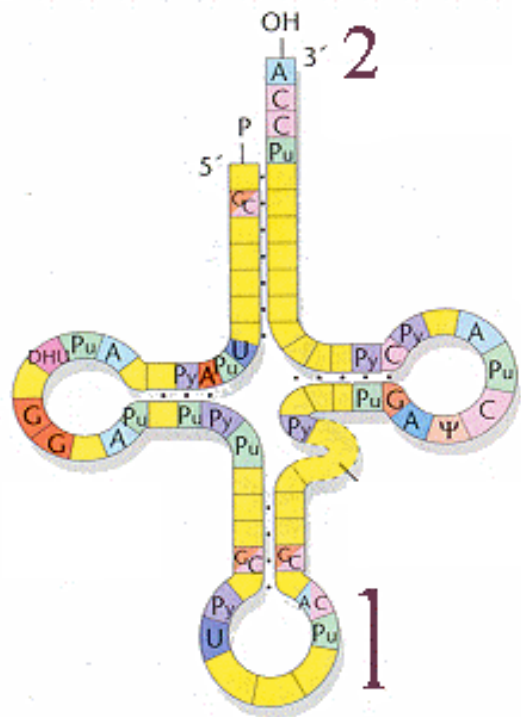
El ARN

El ARN o ácido ribonucleico se diferencia del ADN en dos cosas, si

nos referimos a la estructura primaria:

1.- El azúcar del nucleótido es la ribosa y no la desoxirribosa.

2.- Entre las bases nitrogenadas, no aparece la Timina y es sustituida por el Uracilo.



ARN de transferencia. Tomado de:
<http://www.arrakis.es/~lluengo/arn.gif>

En la célula aparecen hasta cuatro tipos de ARN, teniendo cada uno de ellos una función distinta:

a.- ARN mensajero (ARNm)

Es ARN lineal, con una sola cadena, que contiene la información copiada del ADN, para sintetizar una

proteína. Se forma en el núcleo celular, sale del núcleo y se asocia a los ribosomas, donde se construye la proteína. Cada tres nucleótidos del ARNm se llaman codon y codifican un aminoácido distinto. Así, la secuencia de aminoácidos de la proteína está configurada a partir de la secuencia de los nucleótidos del ARNm.

b.- ARN ribosómico (ARNr)

El ARN ribosómico, o ribosomal, está unido a proteínas de carácter básico, formando en conjunto los ribosomas. Los ribosomas son las estructuras celulares donde se ensamblan aminoácidos para formar proteínas, a partir de la información que transmite el ARN mensajero. Hay dos tipos de ribosomas, el que se encuentra en células procariotas y en el interior de mitocondrias y cloroplastos, y otro, el que se encuentra en el hialoplasma o en el retículo endoplásmico de células eucariotas.

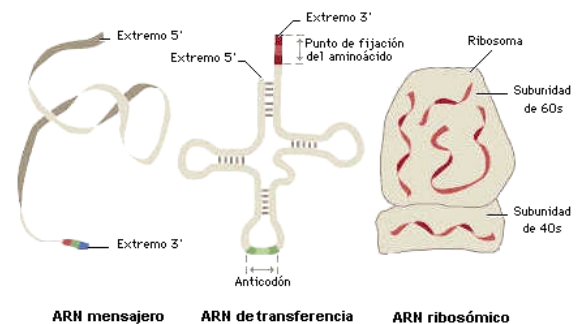
c.- ARN transferente (ARNt)

El ARN transferente es un ARN no lineal, en el que se pueden observar tramos de doble hélice intracatenaria, es decir, entre las bases que son complementarias, dentro de la misma cadena. Estas estructuras se estabiliza mediante los puentes de

hidrógeno que se establecen entre las bases.

Además de los nucleótidos de Adenina, Guanina, Citosina y Uracilo, el ARN transferente presenta otros nucleótidos con bases modificadas. Estos nucleótidos no pueden emparejarse, y su existencia genera puntos de apertura en la hélice, produciendo bucles.

En el ARNt se distinguen tres tramos (brazos). En uno de ellos, aparece una secuencia de tres nucleótidos, denominada anticodon. Esta secuencia es complementaria con una secuencia del ARNm, el codon. En el brazo opuesto, en el extremo 3' de la cadena, se une un aminoácido específico de la secuencia de anticodon. La función del ARNt consiste en unirse en el ribosoma a la secuencia complementaria del ARNm, mediante el anticodon. A la vez, transfiere el aminoácido correspondiente a la secuencia de aminoácidos que está formándose en el ribosoma.



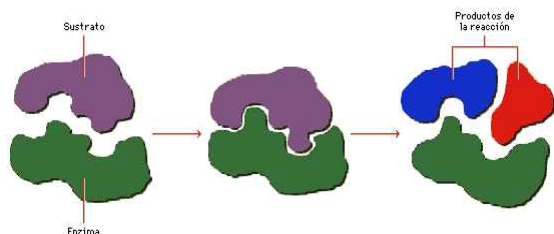
Tipos de ARN. Tomado de:

<http://soko.com.ar/imagenes/Biologia/Celula/ARN.jpg>

d.- ARN heteronuclear (ARNht)

Son moléculas de distintos tamaños que se encuentran en el núcleo de las células eucariotas. Es el precursor de los otros tres tipos de ARN.

Enzimas

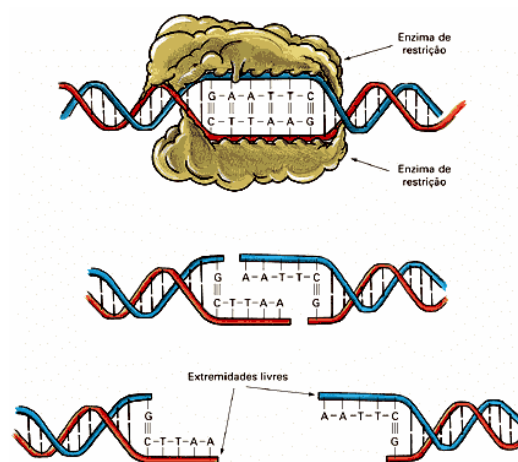


Actividad de una enzima. Tomado de:
<http://www.assis.unesp.br/~egalhard/images/enzy.gif>

Las enzimas son sustancias que sirven para acelerar las reacciones químicas, disminuyendo la energía de activación, esto es, la energía necesaria para que la reacción se pueda producir. Químicamente, las enzimas son de naturaleza proteica, hace falta una cantidad muy pequeña y son recuperables, después de producida la reacción.

Se caracterizan, además, porque son específicas de la sustancia sobre la que actúan y también sobre el tipo de reacción. La molécula sobre la que va a actuar el enzima se une a ésta por uniones químicas de carácter

débil, como por ejemplo puentes de hidrógeno, en un lugar específico que se denomina centro activo, que consiste en un pequeño número de aminoácidos (unidad fundamental de la proteína), que pueden estar dispersos por la cadena proteica. Para actuar, los aminoácidos del centro activo se unen formando una estructura tridimensional, que es la que interviene sobre la molécula sustrato.



Actuación de enzimas de restricción.
Tomado de:
www.cursoanglo.com.br/variedades/genoma/dna3.htm

Algunas enzimas funcionan con la ayuda de estructuras de naturaleza no proteicas. En función de su naturaleza se denominan:

* Cofactor. Si se trata de iones o moléculas inorgánicas.

* Coenzima. Si es una molécula orgánica. Aquí se puede señalar que muchas vitaminas funcionan como coenzimas y, en este caso, las deficiencias producidas por la falta de vitaminas responden más bien a que no se puede sintetizar un determinado enzima en el que la vitamina es la coenzima.

Las enzimas se clasifican y nombran según las funciones que desarrollan: por ejemplo, si realizan una reacción de hidrólisis (separación de una molécula en dos mediante una molécula de agua), se llaman hidrolasas; si realizan reacciones de oxidación se llamarán oxidasas; si su función es de deshidrogenación, tendremos las deshidrogenasas; si son de transferencia, transfersasas, y así, hasta unas 3.000 enzimas diferentes que existen en nuestro cuerpo. Cada una tiene su acción específica, pero está interrelacionada en cadena con las demás. De esta forma, la acción de una impulsa la acción de la siguiente y así sucesivamente. Cada enzima espera el resultado de la reacción anterior para favorecer la siguiente. Las enzimas actúan como catalizadores permitiendo que se produzcan las reacciones bioquímicas del organismo, es decir, lo que se entiende por metabolismo.

Para saber más:

<http://www.opolanco.es/Apat/Boletin11/biologm.htm> Química del DNA y RNA.

<http://www.arrakis.es/~lluengo/enzimas.html>

<http://www.ultimate-es/nutrici/enzima/enzima.htm>

Nuevas investigaciones: Proyecto Genoma Humano.

http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human_Genome/project/info.shtml

<http://www.arrakis.es/~owenwang/genoma/> Proyecto Genoma Humano, en español.

<http://www.ugr.es/~eianez/Biotecnologia/genoma-1.html>

Vínculos complementarios:

<http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Lab/9232/>

<http://iris.cnice.mecd.es/biosfera/alumno/2bachillerato/biomol/contenidos18.htm>

Los ambientes extremos de la Vida

Objetivo del tema

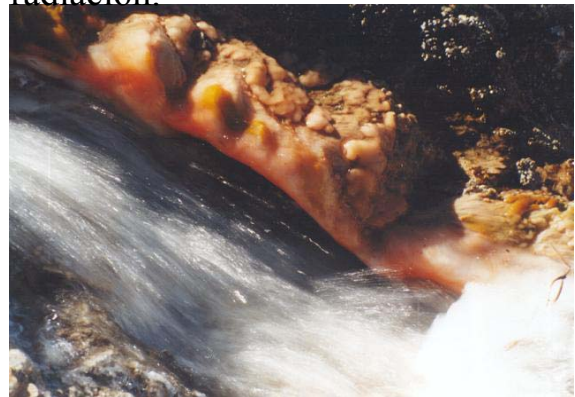
Una vez que sabemos cuales son las estructuras básicas de la vida, se busca el origen de ésta. El objetivo del tema es mostrar las investigaciones acerca de este origen a través del descubrimiento de organismos que viven en las zonas más insospechadas del Planeta. Tan particulares son estos organismos que han merecido un reino aparte de los cinco existentes y ampliamente reconocidos por la comunidad científica, las arqueobacterias y todavía se están descubriendo especies nuevas en los ambientes más recónditos, según la tecnología del hombre permite su búsqueda allí dónde se encuentran.

Porqué buscamos vida en ambientes extremos...

Siempre nos hemos preguntado cómo se originó la vida en el planeta Tierra y con mayor o menor número de defensores y detractores, existen un buen número de hipótesis y teorías acerca de este origen.

Muchas de estas teorías se deben a que, hasta hace poco tiempo, el hombre creía que solo es posible la vida en unas condiciones similares a las del desarrollo de animales

superiores, como pH neutro, temperatura en torno a los 37° C, fuerza iónica parecida a la de la sangre, presión atmosférica, en presencia de oxígeno y ausencia de radiación.



Algas termales. Tomado de:

<http://www.viajeros.freesevers.com/fotos/Volcanes/Menuvolc.htm>

Según se encontraron y estudiaron rocas con edades de formación similares a las del origen del planeta o, como mucho, de su solidificación, se comenzó a entender que las condiciones para la generación de la vida no eran iguales a las de la actualidad.

Otra de las causas por las que buscamos “vida extrema” es fundamentalmente económica, basada en la conservación de los alimentos para aislarlos de cualquier contaminación por microorganismos. Para ello se desarrollaron procesos de esterilización exponiendo los alimentos a condiciones letales:

temperatura y radiación, exposición a elevadas concentraciones de sal o a un pH ácido.



Colonias termófilas en cultivo. Tomado de: <http://www.unav.es/microbiol/ecodivbact/colonias1copy.jpg>

Según el profesor Ricardo Amils: “Precisamente el descubrimiento de microorganismos capaces de violar este precepto, de crecer en condiciones no permisivas, permitieron acuñar el concepto de extremófilos, es decir microorganismos capaces de desarrollarse en condiciones distintas de las “normales”, cuanto más distintas, más extremófilos. Hoy en día no nos sorprende el saber que hay microorganismos que crecen a 115 °C (se requiere una olla a presión o un autoclave para cultivarlos), o que lo pueden hacer en los hielos polares a -35 °C (siempre que puedan mantener el agua en estado líquido), en condiciones saturantes de sal

(crecen en los cristalizadores de las salinas en donde la sal precipita), a bajo pH (en soluciones concentradas de ácido sulfúrico que a menudo producen) a pH elevado (en lagos alcalinos) o en hábitats expuestos a la radiación ionizante (circuitos de refrigeración de reactores atómicos). Y el más difícil se apura cada día: volcanes submarinos (temperatura y presión), basaltos cristalizados en los fondos submarinos, condiciones lunares, etc. La Astrobiología presta especial atención a los extremófilos ya que los mismos permiten explorar los límites de la vida y abrir así el abanico de posibilidades de encontrar vida fuera del planeta azul.”

Además, otra de las causas por las que existe un gran interés en los extremófilos es económica: las grandes multinacionales vigilan muy de cerca, e incluso financian, la búsqueda y estudio de las arqueobacterias, debido a que sus particulares hábitats de vida estarían regulados genéticamente, genes de resistencia que son de enorme interés para estas multinacionales: una vez conocidos y secuenciados pueden ser utilizados para crear organismos o cultivos transgénicos, resistentes prácticamente a todos los ambientes. Transgénicos que, una vez

registrados y patentados, suponen mucho dinero a estas empresas...



Desierto frío, ejemplo de ambiente extremo.

Tomada de:

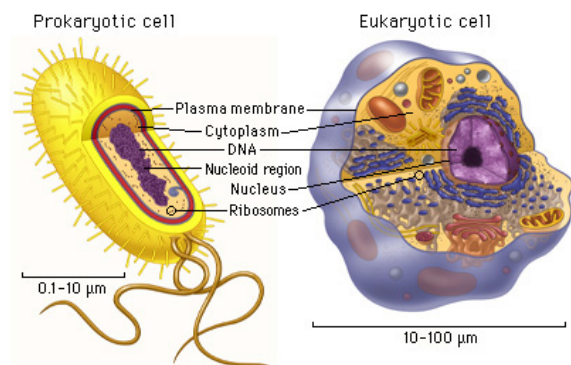
<http://www.correodelmaestro.com/anteriores/2003/marzo/2anteaula82.htm>

Arqueobacterias: esas desconocidas

Para conocer quiénes son las arqueobacterias, hay que recurrir al conocimiento de la clasificación taxonómica de todos los seres vivos. Hay varias clasificaciones, pero la más aceptada por su utilidad, aunque no sea completamente natural es la división en cinco reinos: Monera, Protista, Fungi, Plantae y Animalia.

Solo el primer reino incluye aquellos organismos con células procariotas, es decir, sin núcleo celular donde el material genético está flotando libremente en su citoplasma. El resto poseen células eucariotas, con el genoma encerrado en un núcleo, aunque con características diferenciadoras entre ellos.

En los años 80, un microbiólogo americano, Carl Woese, dio a conocer sus estudios acerca de un tipo de microorganismos con célula procariota pero características distintivas con respecto a éstas e incluso más relacionadas con las células eucariotas. A este grupo desconocido hasta el momento lo llamó Archaea (o Arqueobacterias) y se cree que evolucionaron separadamente de las bacterias muy poco después del origen de la vida en la Tierra, hace unos 3.800 millones de años.

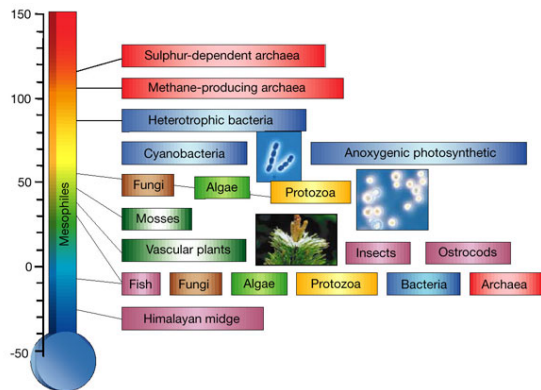


Esquema de una célula procariota y de una célula eucariota. Tomado de:

http://www.phschool.com/science/biology_pla ce/biocoach/cells/common.html

Al principio, su descubridor Woese, observó que estas criaturas sólo podían vivir en condiciones extremas de vida, en las que ningún otro ser vivo podía hacerlo. Posteriormente se ha comprobado que también pueden aparecer poblaciones de

arqueobacterias en el oxigenado océano y no solo en hábitats desprovistos de oxígeno o saturados en sal, azufre, etc...



Distribución de organismos de acuerdo al pH al que se han adaptado. Tomada de: http://matap.dmae.upm.es/Astrobiologia/Cursos_online_UPC/capitulo11/6.html

Para Woese, la importancia principal de las arqueas seguirá siendo la armonía que aportan a nuestra comprensión de la vida: “Antes, uno tenía procariontes aquí y eucariontes allá, y la relación era un muro. Con los Archaea, la relación es un puente que podemos cruzar”.

Por su clasificación las conocerás

Existen dos criterios para clasificar a las arqueas; uno se refiere al tipo de ambiente en el que vive o, dicho de otra forma, basándose en su fisiología. Según este criterio las arqueas se clasifican en tres grupos y un género que no corresponde a ningún grupo:

CLASIFICACIÓN DE LAS ARQUEAS SEGÚN SU FISIOLÓGÍA

Metanógenas: productoras de metano.

Halófilas: viven en ambientes con concentraciones muy altas de cloruro sódico.

Termófilas e hipertermófilas: viven alrededor de fuentes geotermales.

Género *Thermoplasma*: termófilo desprovisto de pared celular.

Basándonos en su genoma, concretamente en las características de su 16S ARNr (ARN ribosómico de este peso molecular), las arqueas se dividen en tres grupos:

CLASIFICACIÓN DE LAS ARQUEAS SEGÚN SU GENOMA

Crenarchaea: hipertermófilos dependientes de azufre, acidófilos.

Euryarchaea: metanógenos, halófilos.

Korarchaea: sólo se conocen sus ácidos nucleicos, no se ha aislado ningún organismo.

Para saber más:

<http://astrobiology.com/extreme.html>

<http://danival.org/micro.html>
Microbiología clínica. Archaea.

http://www.hispaseti.org/interes_astrobiologico_riotinto.php

http://danival.org/notasbio/clas/clas_historia.html

**¿Qué son los OMG?
Organismos Modificados
Genéticamente: ventajas e
inconvenientes**

Objetivo del tema

Conocemos la estructura básica de la vida, estamos descubriendo incluso dónde se esconde y sus particulares características. Pero el hombre tiene una naturaleza curiosa y busca más allá. El objetivo de este tema es asistir a las investigaciones que pretenden “amoldar” algunos organismos, fundamentalmente aquellos que poseen un interés económico al gusto humano, para una mayor producción de esas especies en ambientes poco favorables. También determinados organismos, una vez modificados, pueden producir sustancias que de forma natural no producirían por sí mismos, a no ser que se les introduzca el gen que codifica esa sustancia, procedente del organismo que sí lo hace. Las combinaciones pueden ser infinitas y el límite, como en otros muchos aspectos, lo pone la imaginación humana...

Definición de OMG

Según un informe del Ministerio de Medio Ambiente, se entiende por “organismo modificado genéticamente” (“OMG”) cualquier organismo, con excepción de los

seres humanos, al que se le ha producido, mediante técnicas específicas de manipulación genética, una modificación de su carga genética, o genoma, natural. Se trata, por tanto, de modificaciones inducidas, diferentes a las que se producen de forma natural en el apareamiento, la recombinación o en cualquier otro proceso biológico de transferencia de material genético.

La modificación puede consistir en una modificación de la expresión de sus genes, como:

-Delecciones o pérdidas parciales de los mismos,

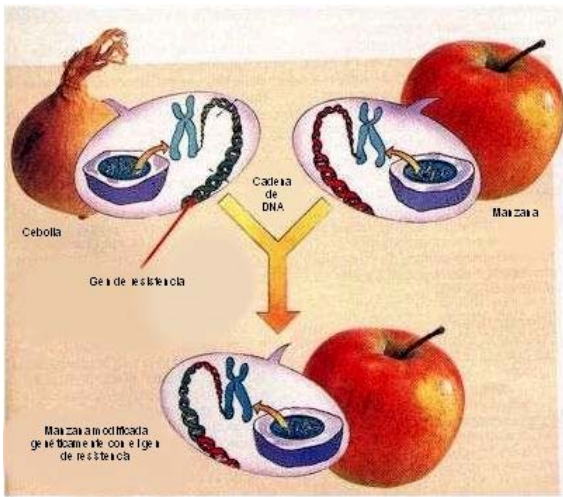
-La incorporación de material genético procedente de otras especies o variedades. El ácido nucleico que ha incorporado algún fragmento de procedencia externa es lo que se conoce como “ácido nucleico recombinante” y las células u organismos que han incorporado los genes o material genético extraño reciben el nombre de “transgénicos”.



Etiqueta de Riesgos Biológicos. Tomado de: <http://www.lyon.inserm.fr/RiskBio/EnvoiEchantillons/envEchantInfect.html>

Tipos de OMG

Los organismos modificados genéticamente no incluyen a razas, variedades o nuevas especies que el hombre haya favorecido o creado sin haber manipulado su genoma. Esto es, plantas y animales domésticos. Estas manipulaciones abarcan un amplio espectro, como puede ser el provocar de forma intencionada, con la posterior selección, de mutaciones aleatorias, con técnicas tales como la irradiación o la incorporación de productos químicos determinados. La tecnología actual permite incorporar al genoma de una especie trozos de material genético de otra especie, resultando los organismos transgénicos.



Esquema de la modificación genética de una manzana a la que se añade un gen de resistencia de una cebolla. Tomado de:

http://digilander.libero.it/smsmontafia/pianeta_alimentazione/tra_file/ogm.jpg

Los tipos más frecuentes de estos organismos son plantas dedicadas a la alimentación humana, como cereales (trigo, arroz, maíz) y otras (patata, soja, algodón). Pero también se investiga con la manipulación de microorganismos, con el objetivo de generar productos farmacéuticos y medicamentos.

¿Cómo se producen?

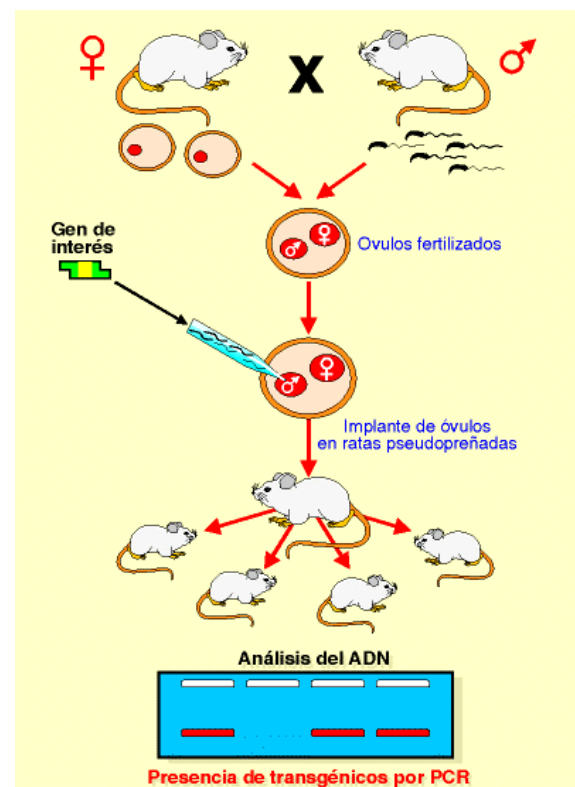
Si contamos el desarrollo de los OMG como un relato histórico, habría que remontarse a las épocas en las que el hombre comienza a domesticar a los animales y seleccionar a aquellos que mejor le servían, como en sus comienzos como agricultor, hace unos 10.000 años, cuando seleccionaba aquellas plantas que le suponían mayor rendimiento en las cosechas. Basándose prácticamente en las mismas premisas, un monje agustino, Gregor Mendel, publica en 1.865 los resultados de los experimentos de transmisión de diferentes caracteres, llevados a cabo con los cruces selectivos en varias generaciones de guisantes. Sus resultados, redescubiertos en 1.900 por otros investigadores, dieron lugar a las leyes de la Genética.

En 1953, Watson y Crick descubren

la estructura de la molécula del ácido desoxirribonucleico (ADN), lo cual supone comprender cómo se almacena la información genética en las células, cómo se duplica esa información y cómo pasa de generación en generación. Los avances de la tecnología comienzan a ponerse al servicio de la Biología y nace lo que en la actualidad es un término muy común: la Biotecnología, que posibilita la generación de los OMG. Para ello, los científicos aprovecharon las investigaciones previas que ya se venían realizando con una bacteria existente en la naturaleza, que infecta las plantas, produciéndoles tumores muy característicos. Esta bacteria se llama *Agrobacterium tumefaciens* (At) que, para sobrevivir, se dedica a introducir genes ajenos a las plantas a las que luego proveen de nutrientes. En resumen, fabrica plantas transgénicas desde hace miles de años y en forma natural. En 1.973 se crea la primera bacteria transgénica; en 1.982, el primer animal, una rata y, al año siguiente, la primera planta, tabaco resistente a la acción de un antibiótico. En 1.987 comienzan los primeros cultivos de transgénicos: tomates resistentes a insectos.

En el laboratorio, las etapas de creación de un OMG son: en primer

lugar, se extrae el gen de un organismo donante, responsable de una característica que interesa transferir a otro organismo que no la posee.



Esquema de los pasos a dar en la modificación de un organismo (rata). Tomado de: <http://foto.difo.uah.es/images/galeria/dib20.gif>

De una bacteria, se extrae un gen marcador, de propiedad conocida, como es por ejemplo la resistencia a un antibiótico. Integrando el gen marcador de resistencia antibiótica y asociado a él, el gen de interés, en una tercera estructura genética, servirá para seleccionar a aquellos individuos resultantes que se han

vuelto transgénicos. Esta estructura genética creada con esos dos genes escogidos de distintos organismos se transfiere a una célula vegetal de acogida, célula que mediante técnicas de regeneración vegetal, pueden regenerar plantas completas. Esta regeneración se produce en medios de cultivo con antibiótico; el resultado es que, solo aquellas plantas que crecen son portadoras del gen que interesaba transferir a esas plantas, ya que el gen de resistencia al antibiótico es el que va acompañado del gen del organismo donante.

Ventajas de los OMG

La creación de plantas transgénicas resistentes a plagas podría reducir la cantidad de insecticidas aplicados sobre las cosechas.

Dichos insecticidas matan de manera indiscriminada tanto a insectos perjudiciales como beneficiosos. Por lo tanto, se está investigando en transgénicos capaces de sintetizar insecticidas o herbicidas selectivos.

El uso de menor cantidad de productos químicos beneficia al medioambiente y, por otra parte, abarata los costes del producto final.

Mejora además el rendimiento de las cosechas, generando plantas con

menor cantidad de partes no utilizables, pero fortalecidas, a costa de más cantidad de partes comestibles.

El laboreo tradicional es susceptible de mejora, ya que estas tareas de preparación del suelo y eliminación de malas hierbas erosionan la capa edáfica superficial. Esto se soluciona plantando transgénicos resistentes a la erosión y condiciones de aridez y resistentes también a las enfermedades de las raíces de estas plantas. Incluso se estudia la incorporación de genes procedentes de organismos que resisten ambientes extremos, como sequías, heladas, etc.



Maíz modificado genéticamente. Tomado de: <http://www.uva.org.ar/img/maiz2.jpg>

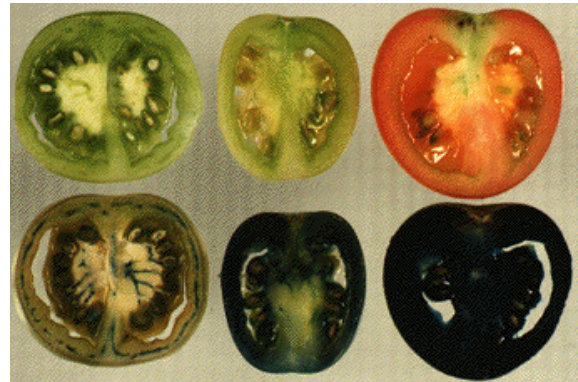
Se investiga incluso la utilización de tierras denominadas baldías, con gran cantidad de carbonatos o de sal, cultivándolas con transgénicos tolerantes a estos compuestos.

Otras modificaciones incorporadas a estas plantas son la producción de sustancias tales como vitaminas, minerales y proteínas, de los que son deficitarios en algunas áreas densamente pobladas, debido precisamente a la base alimenticia, como el arroz. De hecho ya se está cultivando arroz dorado, que produce beta-caroteno, precursor de la vitamina A.

Otra de las líneas de investigación es el control en la durabilidad de los alimentos, retrasando el período de maduración y la mejora en las características organolépticas (color, olor, sabor).

Inconvenientes, riesgos y otros problemas

Todavía está en fase de estudio el que los alimentos transgénicos puedan producir cualquier tipo de daño al ser humano, ya sea por toxicidad o por reacciones alérgicas. Tampoco se ha probado que cause más alergia que los productos naturales.



Resultados obtenidos en el tomate con distintas modificaciones. Tomado de: <http://www.epub.org.br/nutriweb/n0201/tomato.gif>

Los productos transgénicos en el laboratorio se detectan por el “gen marcador”, que normalmente es de resistencia a un antibiótico. Alimentados con transgénicos, podría ser que la resistencia se incorporase en la flora bacteriana humana y causar disminución de los efectos de los antibióticos en el hombre.

Los efectos ambientales son también perjudiciales: los cultivos de plantas transgénicas transfieren sus genes de generación en generación y además, por el efecto de la polinización, es imposible controlar el traspaso de material transgénico a través del polen a plantas no transgénicas.

Si, además, las plantas transgénicas son resistentes a herbicidas, esa resistencia puede ser transferida a las malas hierbas, que a su vez se hacen resistentes a los herbicidas. Si lo que

poseen resistencia a los insecticidas, pueden matar a aquellos insectos beneficiosos para los cultivos, favorecedores de polinización cruzada.

Pero entre los peores problemas que producen los OMG se deben a las presiones de las grandes multinacionales biotecnológicas, propietarias de las patentes de productos modificados, ejercidas a cultivadores para que compren sus semillas, que venden más caras que las naturales y forzándoles mediante contratos. La mayoría de los agricultores pertenecen a países en vías de desarrollo o del Tercer Mundo, casi siempre sin dinero suficiente para comprar esas semillas.

Para saber más:

<http://www.consumaseguridad.com/>

<http://www.mma.es/proce/info/130114.pdf>

<http://www.vidasana.org/noticias/noticia09.asp> Opinión.

<http://www.biomed.net/biomed/d01041202.htm>

http://www.mayorgoma.com/a/topic.asp?TOPIC_ID=1184

http://www.ecoportal.net/arti/in_transg.htm

http://www.colostate.edu/programs/lifesciences/CultivosTransgenicos/sp_animation.html Cómo hacer plantas transgénicas. Demostración animada, requiere Macromedia.

<http://www.unesco.org/most/ogm.htm> OGM.

Monsanto en España:

<http://www.monsanto.es/>

Detractores de los OMG:

Greenpeace España, buscar en campañas:

http://www.greenpeace.org/espana_es/

Friends of the Earth en español, buscar en campañas:

<http://www.foei.org/esp/index.php>

Food for our Future, en inglés:

<http://www.foodfuture.org.uk/home.aspx>

Células Madre, ¿qué pasa con la madre de todas las células?

Objetivo del tema

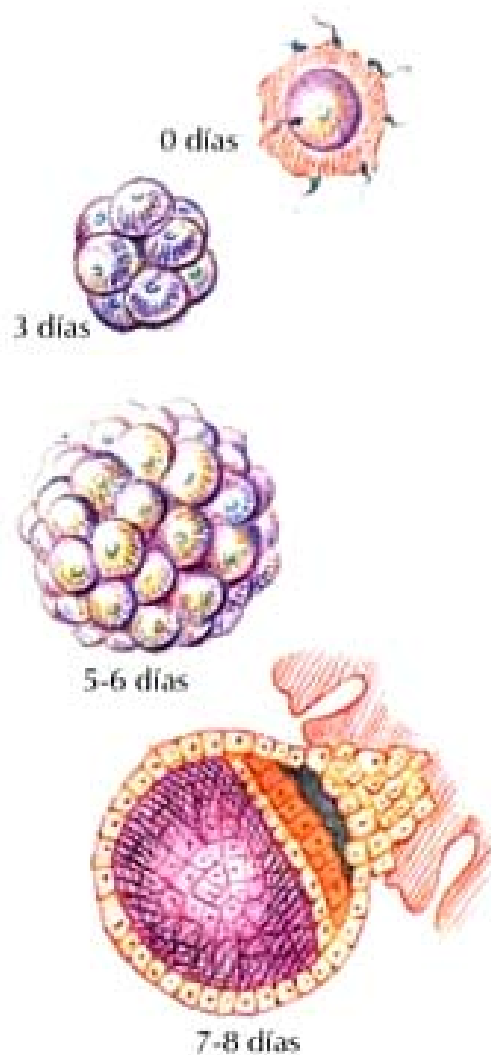
Este tema supone otro de los aspectos que en investigación se están llevando a cabo en las Ciencias biomédicas. Su objetivo consiste en conocer qué son las células madre, cuáles son sus características y qué potencialidades tienen. Sin embargo, debido a lo delicado de esta investigación, además se debe comentar la polémica que distintas agrupaciones suscitan de forma, en muchos casos, desafortunada.

¿Qué son las Células madre?

Cualquier estudiante de Ciencias, sea de Enseñanza Secundaria o de Biociencias en la Universidad, está familiarizado con la estructura celular, ya sea animal o vegetal, sus semejanzas, sus diferencias y los orgánulos que constituyen las células y sus funciones. También le “sonará” las funciones que llevan a cabo las células, desde la formación del embrión hasta su diferenciación en los diferentes tejidos y órganos, hasta llegar a los seres vivos.

Es decir, excepto aquellos organismos unicelulares, pertenecientes a los Dominios de

Archaea o Eubacteria, el resto de los organismos estamos constituidos por muchas células que, para formar el organismo completo, debe sufrir unas fases de desarrollo desde el momento en que se fusionan las dos células reproductivas o gametos.



Implantación de un óvulo fecundado en el útero. Tomado de:

<http://www.jornada.unam.mx/2001/ago01/010806/Images/cien-celulas.jpg>

Si nos ceñimos al caso particular del hombre, que es en este tema quién nos interesa, tenemos dos tipos de células, aunque esto en realidad lo compartimos con el resto de los seres vivos. Estos dos tipos son:

- Células somáticas:
Constituyen la mayoría de las células de nuestro cuerpo. Contienen toda la información genética de un individuo, organizada en 23 pares de cromosomas encerrados en el núcleo celular, 23 procedentes de la madre y 23 del padre, que se unieron en la fecundación. Se las denomina células diploides: $2n$ cromosomas, 2×23 cromosomas.
- Células germinales, sexuales o gametos: Los gametos contienen la mitad de la información genética de un individuo: 23 cromosomas o células haploides. Se unen a su gameto complementario para realizar la fecundación. Estas células se producen en las gónadas, el testículo en los varones, que producen los espermatozoides y el ovario en las mujeres, que producen los óvulos.



Gametos. Imagen de un óvulo. En azul, los espermatozoides. Tomado de:

http://iris.cnice.mecd.es/biosfera/alumno/2ESO/Reprodycoordinacion/imagenes/ovulo_esper.jpg

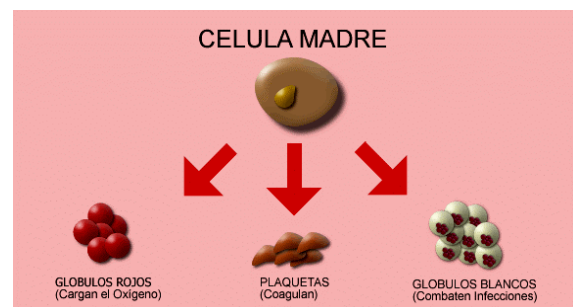
En cuanto se produce la fecundación se forma un embrión unicelular o primera célula de un nuevo ser vivo, el cual posee en su núcleo toda la información genética para su completa formación, procedente, la mitad del padre, la mitad de la madre. Hacia las primeras 24 horas comienza la primera división celular en dos células, que tienen una característica denominada **Totipotencialidad**, es decir, cada una de ellas por separado, sería capaz de generar un nuevo individuo. En este estado, el ADN de dichas células tiene la propiedad de estar en su forma de estructura secundaria (ver

tema ADN), es decir la doble hélice sin plegar.

Si el embrión continúa su desarrollo, se producen nuevas divisiones celulares, de manera que las células que se producen se van diferenciando y dirigiendo hacia determinadas funciones. Esto es así porque el ADN se pliega en algunos tramos en sus estructuras terciaria y cuaternaria, lo cual impide la expresión de ciertos genes en esas células. En otras, situadas en otro lugar del embrión, se pliegan otros tramos de ADN y se expresan otros genes. Estas células ya no son totipotentes sino que poseen la característica de la **Pluripotencialidad** y también se las llama Células Madre Embrionarias o “embryonic stem cells”. Al transcurrir el tiempo y las sucesivas divisiones celulares, estas células van perdiendo su capacidad de diferenciación en otros tipos celulares distintos, especializándose cada vez más en una determinada función.

Cuando el embrión o feto se encuentra aproximadamente en el mes tercero de vida (la etapa de la organogénesis casi ha concluido), la mayor parte de sus células ya se hallan diferenciadas en el tipo celular que se necesita para cada órgano. Tras el nacimiento, prácticamente todos los tejidos conservan una

pequeña cantidad variable de células pluripotenciales, con capacidad de multiplicarse y poder así proporcionar células que renueven y reparen los tejidos en los que residen. Esas células formadoras de múltiples células hijas, que están programadas para regenerar el tejido afectado, se llaman células **Multipotenciales** y son otro tipo de células madre o progenitoras, ya que en este caso generan células, pero solo aquellas de los tejidos en los que se encuentran. Este tipo de células sigue persistiendo a lo largo de la vida del adulto y en la mayoría de sus órganos, con la capacidad regeneradora de tejido dañado. De entre todos los órganos del cuerpo, es la médula ósea de la que mejor se conoce la función de sus células madre, regenerando de forma continua las poblaciones de células sanguíneas, como los glóbulos rojos, los leucocitos, etc...



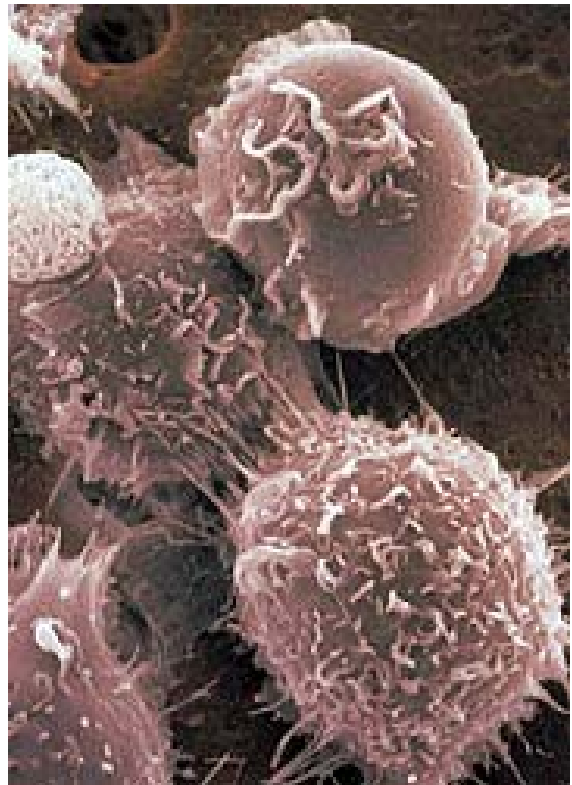
Esquema de las distintas células sanguíneas que se pueden obtener de una misma célula madre. Multipotencialidad. Tomado de: <http://www.cordonvital.com/Graficos/stemcell.gif>

De manera que los seres humanos poseemos métodos de renovación natural de tejidos aunque, en muchos casos, no son suficientes para una regeneración total de órganos dañados debido a accidentes o a enfermedades degenerativas. En los últimos años, las técnicas médicas y quirúrgicas han desarrollado métodos para paliar los daños que no solucionan las células madre de nuestro cuerpo, a través de los trasplantes de órganos. Aunque esta técnica supone una gran revolución, está limitada por la escasez de donantes, por un lado y, por otro, por el rechazo inmunológico del órgano transplantado.

Los avances en Medicina regenerativa

Los objetivos que se propone la regeneración médica es reparar los tejidos dañados utilizando mecanismos similares a los que de forma natural usa el organismo para la renovación de las células que van envejeciendo y que deben ser sustituidas por otras en su función. Los mecanismos que posee el organismo de regeneración, reparación y renovación de tejidos son limitados y dependen de la rapidez de instauración del daño o de la velocidad de degeneración. Así,

entre los nuevos avances, entran en escena las nuevas terapias de cultivo y trasplante de células madre y con la ayuda de las técnicas de trasplante de órganos desarrolladas estos últimos años, se abren como una posibilidad para el tratamiento de este tipo de enfermedades.



Células madre de la médula espinal.

Tomado de:

<http://www.ondasalud.com/ficheros/ondasalud/Investigacion/nov/medula021101.jpg>

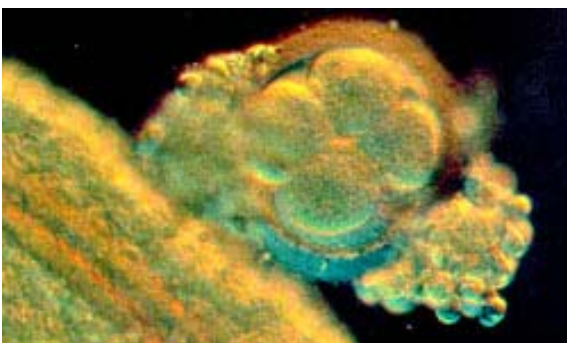
Sin embargo, el cultivo de células madre procedente del organismo adulto es difícil, aunque a día de hoy

se ha conseguido obtener de células madre de adulto, extraídas de su médula ósea y otros órganos, los siguientes tejidos: nervioso, hepático, óseo, sanguíneo o piel, pero solo para regenerar ese tipo de tejido.

Sin embargo, continuamente se están publicando nuevos artículos de investigación que ponen de manifiesto los avances que se están realizando con este tipo de células.

La polémica de los embriones ¿ética, científica o política?

La investigación y aplicación en medicina regenerativa de células procedentes de embriones congelados no está todavía en una fase de desarrollo suficiente como para poder dar las mejores esperanzas en la curación de algunas enfermedades.



Embrión. Tomado de:

<http://www.liceuasabin.br/professores/biologia/diotto/imagens/embrio.jpg>

La visión ética de estas investigaciones se debe a la destrucción de óvulos fertilizados que se conservan congelados en algunas instituciones, procedentes de mujeres que han sido sometidas a tratamientos de fertilidad mediante fecundación “in vitro”. Sin embargo, sus óvulos se hallan almacenados y en una situación de vacío legal: no pueden ser implantados en otras mujeres, no se pueden realizar investigaciones con ellos, ya que suponen su destrucción y continuamente se alzan voces atronadoras que los consideran seres vivos y, además, en un período máximo de cinco años deben ser, igual e irónicamente, destruidos.

La visión del científico debe ser, en principio, objetiva y en ese sentido, gran parte de la comunidad científica apoya la idea del avance en la investigación con estas células. Sin embargo, el científico es, en primer lugar, ser humano y por tanto, opina tanto a favor como en contra de estos estudios. A su vez, en la sociedad cada vez más se oyen voces a favor de la investigación, siempre y cuando sea para los fines terapéuticos que esgrimen la mayoría de los investigadores de este campo.

CIENCIAS DE LA VIDA y DE LA TIERRA

Sistema Inmune, enfermedades infecciosas y nuevas enfermedades

El Parlamento Europeo pide a los Estados que prohíban la clonación terapéutica

Bruselas expresa su preocupación por el impacto negativo sobre la investigación médica

GABRIELA CASAS. Bruselas. El Parlamento Europeo votó ayer a favor de que los Estados miembros prohíban la clonación con fines curativos, autorizada ya en el Reino Unido y que será admitida en breve

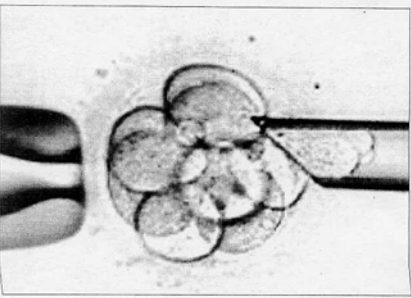
en Bélgica y Suecia. La noticia fue recibida con preocupación en la Comisión Europea, que considera que puede tener un impacto negativo en el debate abierto en torno a esta técnica, que junto con la investigación con

células madre abre una vía nueva para el tratamiento de las enfermedades. Los científicos rechazan la clonación cuando se para obtener copias de seres humanos pero muchos la defienden si se usa para curar.

"Es evidente que los conservadores han aprovechado una directiva que cada tiene que ver con la biotecnología para calar esta prohibición", dijo ayer una fuente de la Comisión Europea. La directiva en cuestión es la relativa al establecimiento de normas de calidad y de seguridad para la donación, obtención y almacenamiento de células y tejidos humanos.

El ponente de dicha directiva, el popular alemán Peter Liese, introdujo en su informe una enmienda que prohíbe "por razones éticas y por los elevados riesgos médicos de la clonación humana, el uso de tejidos y células derivadas de embriones humanos donados", lo que se aprobó por 249 votos a favor y 213 en contra. También prohíbe la investigación para crear embriones humanos con vistas a la obtención de células madre, lo que fue admitido por 234 votos a favor y 217 en contra, y la investigación sobre la clonación humana con fines reproductivos, que fue ampliamente apoyada con 373 a favor y 78 en contra. Incluso estuvo a punto de salir adelante otra enmienda que pretendía prohibir toda investigación con los embriones congelados sobrantes que se conservan en las clínicas de fecundación, pero hubo empate a 212 votos y se rechazó.

La Unión Europea no tiene competencia para legislar sobre este ámbito. La opinión del Parlamento Europeo, que ahora intenta que continúe o reproce el Consejo (los quince gobiernos de los países miembros), puede ser deseada, pero llega en un momento en que la Unión está abordando los aspectos éticos del uso de células madre procedentes de los clones embrionarios congelados e influir en el debate. Para el próximo 24 de abril está prevista una reunión de las instituciones europeas con científicos para abordar precisamente este asunto.



Manipulación en laboratorio de un embrión humano.

El acuerdo logrado en octubre el 20 de septiembre pasado consistió en establecer una moratoria hasta el 31 de diciembre de este año para la financiación con fondos comunitarios de proyectos de investigación que usen células madre embrionarias, salvo que tales ensayos se surtan de células madre ya existentes y aisladas en laboratorio.

Se dio el mandato, además, a la Comisión Europea para que se celebre un debate ético y científico que intente despejar las incógnitas, y en el cual se inscribe una mala señal

La clonación terapéutica (con fines curativos) conlleva mayores reticencias. Ni el Grupo Europeo de Ética ni la mayoría de los políticos europeos la apoyan abiertamente, pero tampoco quieren cerrar la puerta a

que se investigue sobre ella en el futuro. Este tipo de clonación no supone la creación de copias de nuevos seres humanos sino de células con la misma dotación genética del enfermo para ser trasplantadas sin que haya problemas de rechazo.

"Mala señal"

El ponente alternativo de la directiva, el británico socialista David Howe, resaltó importancia al voto parlamentario de ayer. "No creo que sea catastrófico", dijo. "Es verdad que es una mala señal para la industria y para los investigadores. Es verdad que algunos socialistas, unos pocos, votaron a favor de la prohibición, y que algunos para no conocerla demorando la cuestión, pero la mayoría está en contra. Confío en que

el Consejo rechace la propuesta y que el Parlamento, que tiene que volver a votar el texto en segunda lectura, también dará la vuelta al resultado".

La reacción liberal fue más contundente. La eurodiputada belga Frédérique Riva lamentó que "los socialistas" de la Eurocámara hayan dado una señal tan negativa a millones de pacientes europeos que esperan el implante de células o de tejidos que tienen sus esperanzas puestas en la terapia celular.

"Estamos decepcionados con esta clara manipulación del proceso legislativo", comentó ayer el presidente de la academia nacional de ciencias británica, la Royal Society, Lord May, que manifestó su esperanza en que la Unión Europea rechace la prohibición en junio próximo.

asexual (sin intervención de dos gametos de distinto sexo) y, se dice que son clones; de los dos (o más) se indica colectivamente que forman un clon.

El punto de vista político... nunca suele ir al mismo ritmo de los tiempos que corren y dependen de los países y de los políticos de turno. Por ejemplo, en Japón se han aprobado leyes que permiten la investigación con células embrionarias para no tener que pagar los altos precios de éstas procedentes de otros países.

Sin embargo, las leyes acerca de las células madre ya están comenzando a ser introducidas en nuestro país, como el Decreto que permitirá investigar con células madre o el Proyecto de Ley de Investigación Biomédica en el que trabaja el Gobierno. Además, el primer banco de células madre de Granada ya ha recibido las primeras líneas celulares para investigación, procedentes del Instituto Público Karolinska de Estocolmo.

Para saber más:

<http://www.embrios.org/celulas.htm>

<http://elmundosalud.elmundo.es/elmundosalud/2004/10/29/industria/1099042088.html>

Tema de actualidad en la Prensa Nacional e Internacional. Tomado de:

<http://www.ull.es/noticias/gabineteprensa/dossier/2003/abril/11/pais110403elparlamento.jpg>

Los problemas son causados por aquella minoría de científicos o miembros de otras instituciones que mediante ruedas de prensa o en escenarios que huelen a sensacionalismo, proclaman que su equipo ha sido el primero en realizar la clonación de un ser humano, del cual por cierto todavía no se sabe nada ya que está en fase de desarrollo fetal, es decir, "el clon no ha nacido aún".

Por clonación, se entiende dos o más seres creados por reproducción

Sistema Inmune, enfermedades infecciosas y nuevas enfermedades

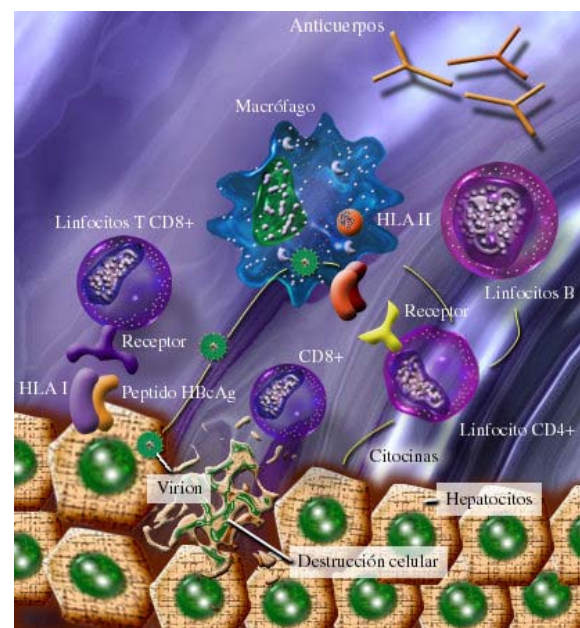
Objetivo del tema

Recientemente hemos oído en los medios de comunicación la aparición de nuevas enfermedades en el hombre. Sin embargo, no eran nuevas para muchos animales, de los cuales la mayoría de ellos son domésticos y conviven con nosotros. El objetivo de este tema es profundizar en cómo los causantes de estas enfermedades, hasta ahora propias de otras especies animales, han traspasado las barreras interespecíficas y afectan a los humanos. El responsable de que nos aquejen estas enfermedades es nuestro sistema inmune que, aunque bastante perfeccionado a lo largo de la escala evolutiva, debe “ser educado” en aquellas cosas que no conoce, esto es, patógenos que no pertenecen a su banco de memoria, ya que posee esta capacidad.

Sistema inmune: sus componentes

Los organismos superiores constantemente deben proteger su integridad biológica frente a agresiones, procedentes tanto del exterior, como del propio cuerpo. Surge en la evolución un conjunto de mecanismos diseñados para defender al organismo de ataques externos. De no ser así, morirían como

consecuencia de tumores e infecciones provocadas por bacterias, virus, hongos y cualquier otro elemento que desencadene la respuesta al ataque externo. Los mecanismos de defensa se llevan a cabo debido a un conjunto de elementos especiales, conocido como sistema inmune, elementos que se encuentran descentralizados en el cuerpo, es decir, se localizan en varias zonas del organismo. La capacidad de defensa se adquiere antes de nacer y se consolida en los primeros años de la vida fuera del seno materno.



Sistema inmune. Tomado de:

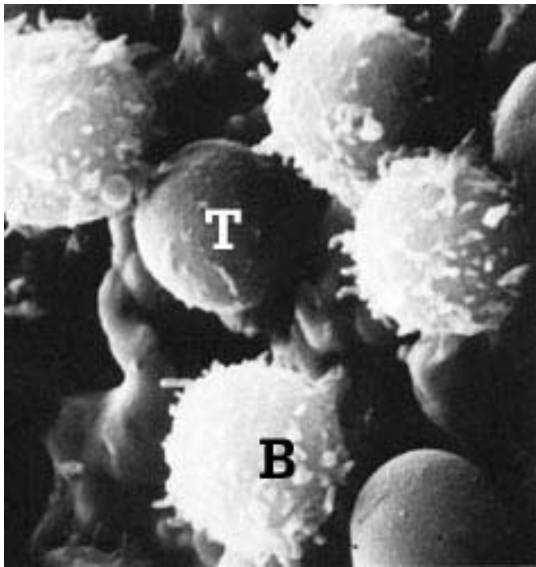
<http://www.iladiba.com.co/upr/2001/no062001/imagenes/hepatf2.jpg>

Para eliminar un elemento externo o antígeno, es decir, cualquier sustancia que el sistema inmune

Esta respuesta inespecífica se produce entre los 0 y 5 días post-infección. Si los mecanismos naturales no son eficaces en la eliminación del agente infeccioso, al menos lo mantienen bajo control hasta que maduran los mecanismos de respuesta específicos o adaptativos que requieren 1 semana, por lo menos.

Los elementos **específicos** o **adaptativos** del sistema inmune son:

a.- Celulares: linfocitos T y B.



Linfocitos T y B. Tomado de:
<http://www.sanidadanimal.info/inmuno/images/linfocitos3.jpg>

b.- Humorales: los anticuerpos o Inmunoglobulinas.

Aunque en la actualidad este concepto de elementos celulares y

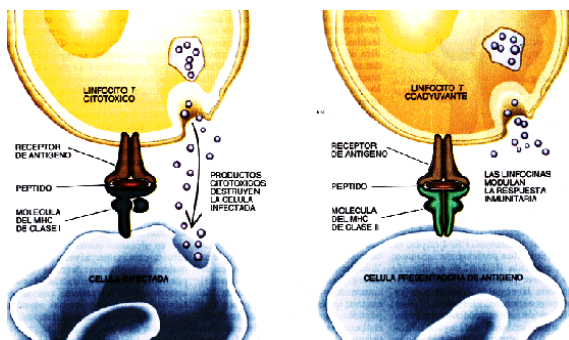
humorales está obsoleto (ya que por ejemplo una respuesta humoral por anticuerpos necesita previamente una respuesta celular mediante células B activadas), se ha elegido esta clasificación por ser intuitiva.

Los mecanismos adaptativos son más recientes en la evolución, tardan una semana en desarrollarse y tienen unos mecanismos de reconocimiento del patógeno extremadamente específicos, de forma que “recuerdan” al patógeno: Los linfocitos son capaces de reconocer a los patógenos tanto intactos (Linfocitos B) como procesados por las células del organismo (Linfocitos T). Para combatir a los patógenos extracelulares o sus productos, los linfocitos B secretan anticuerpos que se unen específicamente a ellos y actúan como adaptadores entre el patógeno y el mecanismo destructor innato o el adaptativo.

Fases de la respuesta inmune

Si un patógeno logra sortear las eficaces barreras inmunes innatas y provocar una infección, al cabo de unos días se ponen en marcha los mecanismos de la inmunidad adaptativa. A menudo, ésta se pone en marcha de todos modos, simplemente para reforzar la inmunidad innata. La respuesta

adaptativa comienza con el reconocimiento del antígeno, que, como se comentó anteriormente, es cualquier sustancia capaz de producir una respuesta inmune. De modo casi simultáneo tras el reconocimiento, el sistema inmune tiene que tomar una decisión: actuar o no actuar y si actúa, con qué mecanismos hacerlo. Esto se realiza en dos fases: la fase aferente, que supone el reconocimiento del antígeno y la toma de decisión y, sucede antes de que los linfocitos específicos colonicen los ganglios linfáticos regionales de la zona infectada. A continuación tiene lugar la fase eferente, tras la salida de los ganglios linfáticos regionales, que incluye el ataque contra el antígeno y la generación de células de memoria.



Mecanismos de respuesta inmune. Tomado de: <http://coli.usal.es/web/articulos/art06/fig03.gif>

Tras el primer enfrentamiento con el antígeno, se produce la denominada respuesta Primaria, que incluye las respuestas celular y humoral. El tipo

de inmunoglobulina de la respuesta primaria es la Ig M, aunque se pueden producir otras Ig, en menores proporciones. Si la infección por medio del mismo agente patógeno persiste, se produce la respuesta Secundaria, más rápida, pero también implica respuestas celular y de anticuerpos, que en este caso es la Ig G.

¿Quiénes nos infectan?

Una infección es el efecto de una lucha en la cual un organismo externo infectante trata de utilizar los recursos del huésped para multiplicarse, a cualquier precio para el huésped. El estado de la infección es, frecuentemente, dependiente de las circunstancias. Casi todo organismo, en las condiciones adecuadas, puede volverse patógeno y, casi ningún organismo, si está presente en pequeñas cantidades y en áreas bien protegidas por el sistema inmunitario del huésped, no puede llevar a cabo ninguna infección comprometedora.

Aunque todos los organismos pluricelulares son colonizados de alguna manera por especies exteriores, la inmensa mayoría de éstas habitan en una relación simbiótica o sin consecuencias con el huésped. Ejemplos de lo anterior son

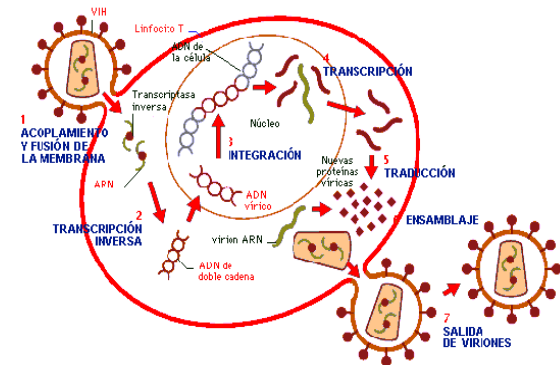
las especies de bacterias anaerobias que colonizan el colon de los mamíferos; o bien, las distintas especies de estafilococos existentes en la piel humana.

Organismos infectantes, gérmenes o patógenos por tanto, pueden ser bastantes; sin embargo, los más temidos son los virus, bacterias, hongos y parásitos. Dentro de cada grupo, cada uno tiene una virulencia particular, vías de entrada diferentes y zonas del huésped en los que son más dañinos. En la página <http://www.iqb.es/Patologia/Toc01.htm> se expone la clasificación internacional de enfermedades, clasificadas por tipos, origen o zonas afectadas. El apartado nº 1 clasifica todo tipo de enfermedades infecciosas y parasitarias: las primeras.

Los **virus** son parásitos intracelulares, es decir, que necesitan vivir en el interior de una célula para vivir y multiplicarse. Para este fin utilizan el ADN celular del huésped.

La variedad de especies virales es incalculable, pudiendo provocar desde enfermedades banales como el resfriado común hasta enfermedades graves como el SIDA o la Hepatitis C. La página <http://virologia.ua.es/>, de la Universidad de Alicante, proporciona una clasificación de los

virus más comunes y las enfermedades que causan en el hombre.

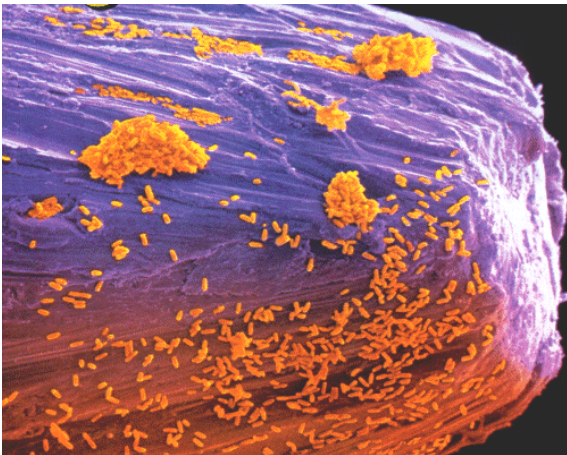


Infección por virus del SIDA. Tomado de: <http://www.guanajuato.gob.mx/ssg/cogusida/img/virus3.gif>

Las **bacterias** son microorganismos procariontes, muy extendidos en la naturaleza, por lo que es fácil que nuestro cuerpo sea agredido por cualquiera de ellas. Es cierto que las personas con una disminución de las defensas sean colonizadas más fácilmente, pero no siempre es así, pues existen condiciones tanto externas como internas que pueden favorecer la aparición de un proceso infeccioso.

Las bacterias pueden causar lesiones muy delimitadas, abarcar todo un sistema (por ejemplo, infecciones urinarias), localizarse en un órgano o extenderse por la sangre (son las llamadas bacteremias). Para el tratamiento de las infecciones bacterianas se usan los antibióticos. Estos son fundamentalmente de dos

tipos: bacteriostáticos, que impiden la multiplicación de los gérmenes, y bactericidas, que eliminan al germen.



Bacterias presentes en la punta de un alfiler.
Tomado de:

http://www.irabia.org/web/ciencias/microbiologia/microbios/images/Bacteria_Alfiler.gif

Los **hongos** son organismos eucarióticos, unicelulares o filamentosos que carecen de clorofila y cuyas paredes celulares son quitinosas; tienen reproducción sexual, asexual o de ambos tipos. Sólo una pequeña proporción de las especies fúngicas existentes en nuestro medio, es capaz de producir enfermedad, que es denominada Micosis.

La posibilidad de invadir los tejidos del organismo, y producir por tanto enfermedad, depende de la capacidad del hongo al adherirse a tejidos o mucosas; incluso, pueden reproducirse “in vivo”, adaptándose

a las condiciones químicas y de temperatura del hospedador y que sea capaz de superar los mecanismos de defensa y producir daño en los tejidos.



Infección por hongos de la piel. Micosis.

Tomado de:

<http://www.uv.es/~vicaleg/CLindex/CLlinformas/CLlinfl.jpg>

También influye la coexistencia con otras infecciones o enfermedades. En la página del II Congreso Virtual Hispanoamericano de Anatomía Patológica, se expone información

interesante acerca del tema, en la conferencia: “Expresión morfológica de las Infecciones Fúngicas Graves. Participación del Patólogo en el Diagnóstico”, dictada por Ana M^a Puras-Gil, del Hospital Universitario Virgen del Camino de Pamplona: <http://www.conganat.org/iicongreso/conf/014/>

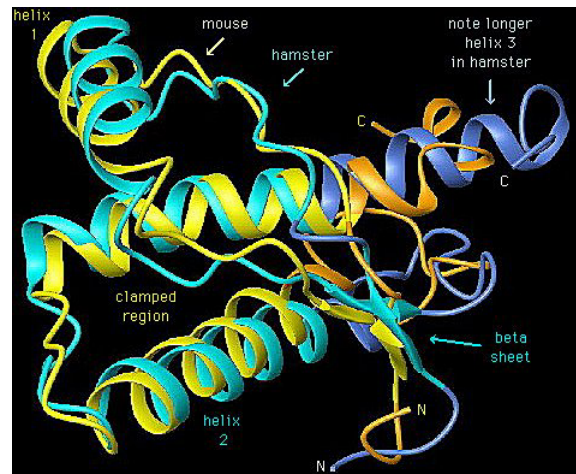
Los **parásitos** son organismos unicelulares, como los protozoos o pluricelulares, como los gusanos, que sobreviven y reproducen en otro organismo hospedante.

Nuevas enfermedades: saltando entre especies

En el párrafo anterior, hemos clasificado a los organismos que provocan enfermedades infecciosas en virus, bacterias, hongos y parásitos. Sin embargo, hay veces que se clasifican estas enfermedades según los hospedadores de estos organismos, es decir, existe un hospedador con mayor susceptibilidad al ataque de estos patógenos y una serie de especies que podrían serlo, dependiendo de determinadas condiciones; generalmente se dice que son especies resistentes a un patógeno. Por ejemplo, el hombre es susceptible a enfermedades tales como el sarampión o la varicela y el resto de las especies son resistentes.

Solo en una situación intermedia se encuentran las zoonosis, que pueden afectar a la especie animal susceptible y aquejar también al hombre.

Sin embargo, en la actualidad se están contemplando casos de enfermedades infecciosas propias de animales de interés alimentario, que están saltando especies, como la nuestra. El más llamativo es la enfermedad de las “vacas locas”, que en el hombre provoca la enfermedad de Creutzfeldt-Jakob de origen bovino, en la que hay implicación de agentes infecciosos de naturaleza proteica, como los priones PrP^{Sc}.



Priones. Tomado de:

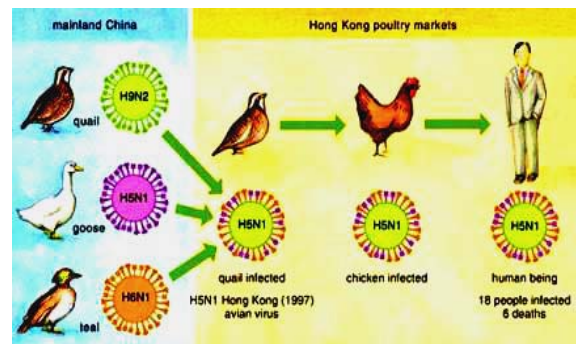
<http://usuarios.lycos.es/priones/principal.htm>

Los **priones** están constituidos por partículas proteínicas carentes de ADN, pudiendo, por tanto, replicarse sin genes. Se estima que este agente es más pequeño que la mayoría de

los virus, y muy resistente al calor, a los rayos ultravioletas, a la radiación ionizante y a los desinfectantes comunes que, habitualmente, inactivan a los virus. Causan una variedad de enfermedades neuronales degenerativas que pueden ser infecciosas, heredadas o esporádicas en origen.

Los priones son agentes infecciosos que eran desconocidos hasta hace relativamente poco tiempo, a los que hay que añadir los ya conocidos, causantes de enfermedades en hombre y animales. Hay muchos investigadores que opinan que los saltos interespecíficos irán en aumento y supondrán grandes problemas, que en parte han sido causados por el hombre: el tráfico de animales exóticos o procedentes de otros continentes puede ser uno de los motivos principales.

La más actual de estas enfermedades típicas de animales domésticos que han saltado la barrera entre especies es la **gripe aviar**, causado por el virus denominado H5N1, virus del tipo ARN de la familia Orthomixoviridae, clasificado a su vez en tres grupos, A, B y C.



Esquema explicativo de la transmisión de la gripe aviar. Tomado de:

<http://teachers.altschools.org/bkassar/Bob's Science Class Folder/hongkongflu.jpg>

Parece ser que el grupo B afecta sólo al hombre y el C tiene escasas repercusiones sanitarias. Por el contrario, el grupo A tiene una amplísima distribución mundial y posee una variada gama de hospedadores animales y entre ellos, los cerdos, los équidos y numerosas especies de aves, tanto domésticas como salvajes y migratorias, lo que facilita aún más su difusión. Se han encontrado también en ballenas y focas, en las que provoca alteraciones patológicas pulmonares y cerebrales y una gran mortalidad. También han sido aislados en perros, en Rusia e Italia. Afortunadamente, en el hombre no presenta gran virulencia y no se transmite mediante el consumo de alimentos sino vía aérea y en contacto prolongado y estrecho con animales enfermos, como granjas de producción intensiva o mercados en los que se venden las aves vivas. En la actualidad, las consecuencias de esta enfermedad son más bien

económicas, por los grandes sacrificios de pollos que se están realizando en los países asiáticos. Sin embargo, el gran temor de los científicos es que el H5N1 se combine con el virus de la gripe humana, resultando altamente contagioso, llegándose a convertir en una pandemia...

Para saber más:

<http://www.med.uva.es/~pingo/Inmunologia/Lecciones.htm> Lecciones de Inmunología.

<http://www.exopol.com/general/circulares/108circ.html> Exopol Laboratorios. Zoonosis.

<http://www.exopol.com/general/indice.html> Índice general Exopol. Interesante.

http://www.msd.es/publicaciones/merck_hogar/seccion_17/seccion_17_184.html Sección infecciones.

http://www.msd.es/publicaciones/merck_hogar/index.html?mmy=1 Manual Merck Hogar.

<http://enciclopedia.us.es/wiki.phtml?title=infecci%F3n> Enciclopedia libre.

Información sobre los priones está publicada en <http://retina.umh.es/docencia/biocelular/seminarios/seminario-2/priones-1.html> por Silvia Pastor Torregrosa.

Toxinas, Venenos y otras sustancias ponzoñasas

Objetivo del tema

Hemos visto cómo funciona el sistema inmunológico, que pone en marcha una serie de procesos cuando intercepta la presencia de una sustancia que no reconoce. El objetivo de este tema es tratar de conocer un poco más a fondo estos elementos y su procedencia, poniendo más énfasis en aquellas que son de origen natural o biológico. Las producidas por el hombre pueden llegar a ser incalculables, sobre todo si se combinan en la Naturaleza, a la que también afecta...

Definición de términos

Se dice que tóxica es cualquier sustancia que ejerza una acción nociva sobre organismos vivos. Toxina es un elemento de origen biológico. Una sustancia es tóxica dependiendo de:

- Dosis: factor más importante. El oxígeno al 100% es letal en 4 días. Depende de las dosis y las circunstancias, según descubrió Paracelsus (1493-1541). Todas las sustancias son venenos: es la dosis correcta la que diferencia un veneno de un remedio.

- Frecuencia en la dosificación: También influye mucho.
- Ruta: Según la vía por la que se administra. Por ejemplo, muchos venenos de serpiente son proteínas y son tóxicos por la vía inyectada pero si se ingieren, se desnaturalizan y pierden su función.
- Velocidad de administración.
- Rapidez de detoxificación: Pueden metabolizarse más o menos lentamente algunos xenobióticos (tóxicos de origen sintético).

Veneno es una toxina de origen animal utilizada como autodefensa o para atacar y liberada normalmente por mordedura o picadura. Las plantas también desarrollan toxinas, básicamente para defenderse de los animales herbívoros. También se aplica a los tóxicos utilizados intencionadamente.



Serpiente coral, venenosa. Tomado de: http://www.ssc.nasa.gov/environmental/resource_mngmnt/resmngmnt.html

CIENCIAS DE LA VIDA y DE LA TIERRA

Toxinas, venenos y otras sustancias ponzoñasas

Clasificación por criterios

Origen	Mineral., Microbiológico, Vegetal., Animal, Sintético.
Comportamiento analítico	Gaseosos o volátiles. Extractivos: se disuelven en agua y se extraen con disolvente, insolvente en agua. Muchos tóxicos son lipófilos para poderse absorber. Minerales o fijos.
Naturaleza química	Inorgánicos. Orgánicos naturales. Orgánicos sintéticos.
Naturaleza física	Gaseosos, Líquidos, Sólidos.
Según su aplicación	Medicamentos. Drogas de abuso. Desinfectantes. Disolventes. Colorantes. Plásticos y / o polímeros sintéticos, aditivos alimentarios. Fertilizantes. Agentes de guerra química. Combustibles: Lubricantes de motores y maquinaria. Reactivos de síntesis química.
Según el órgano o tejido diana	Deformidades: ácido y bases, agentes corrosivos, fluoruros, Selenio, talio... Hígado : aflatoxina, etanol, alquitrán, rubratoxinas, Cl ₄ C (tetracloruro de Carbono). Riñón: Cadmio, etilenglicol, mercurio inorgánico, ocratoxinas, ácido oxálico... Sangre y sistema cardiovascular e inmunitario: arsénico, benzol, bromadiolona, hiero, plomo, radiación ionizante, micotoxina T ₂ , warfarina... Sistema digestivo: ácido y bases, arsénico, clorato de sodio, endotoxinas bacterianas, fósforo, fungicidas, herbicidas, mercurio, plomo y talio. Sistema nervioso: botulina, estricnina, hexaclorofeno, insecticidas, organoclorados (Ocs), Organofosforados (Ops) y carbamatos, metaldehído, nicotina, organomercuriales. Plomo y sodio. Sistema reproductor: zearalenona...
Sintomatología clínica que provocan	Anemia: Cadmio, cobre (ovejas), Molibdeno, Plomo... Anorexia: rodenticidas, anticoagulantes, arsénico, cloratos... Ceguera: ácido arsánico, CINA (cerdos), Mercurio, metanol... Cianosis: ANTU, clorados, DNOC, metaldehído, paraquato, SH ₂ . Cojera: rodenticidas anticoagulantes, fluoruro, Molibdeno, selenio. Coma: barbitúricos, cianuro, hidrato de cloral, narcóticos... Convulsiones: cafeína, carbamato, estricnina, plomo, insecticidas organoclorados y organofosforados... Depresión y debilidad: rodenticidas, anticoagulantes, arsénico, barbitúricos, cannabis, herbicidas clorofenoxi, fluoroacetato. Diarrea: ácidos, álcalis, insecticidas organofosforados, plomo. Dilatación de pupilas: atropina, barbitúricos, cianuro, estricnina... Disnea: ANTU, cianuro, DNOC, monóxido de carbono, nitrato / nitrito, insecticidas... Dolor abdominal: ácidos, álcalis, arsénico, clorados, fósforo, mercurio inorgánico, plomo, selenio, talio, urea, zinc... Estreñimiento: CINA (cerdo). Excitación: cafeína, cianuro, estricnina, etilenglicol, fluoroacetato, metaldehído, nicotina, insecticidas, organoclorados... Hematuria: rodenticidas anticoagulantes, clorados, mercurio... Ictericia: arsénico, cobre (oveja), fenol, fenotiazinas, fósforo, tetracloruro de Carbono

CIENCIAS DE LA VIDA y DE LA TIERRA

Toxinas, venenos y otras sustancias ponzoñasas

Biotoxinas

Aunque en la tabla anterior se ofrece una clasificación de toxinas según varios criterios, no todos ellos son producidos por organismos vivos. Sea para su propia defensa contra sus depredadores o para conseguir alimento, muchos seres vivos han desarrollado la biotoxicidad.

Según este apartado podríamos clasificar las toxinas dependiendo de los grupos biológicos que los produzcan, independientemente de los efectos que produzcan en el cuerpo humano u otros seres vivos. Así que la clasificación quedaría como mostramos en la tabla contigua:

Para saber más:

<http://www.canal-h.net/webs/sgonzalez002/Toxico/IN DICE.htm> Tabla.

<http://www.cirugest.com/revisiones/Cir03-02/03-02-01.htm> Resumir. Mordeduras y picaduras animales.

<http://www.viasalus.com/vs/B2P/cn/toxi/index.jsp> Curso interactivo de Toxicología.

<http://www.profesorenlinea.cl/Ciencias/AlimentosEnfermedades.htm> Enfermedades transmitidas por los alimentos.

	Enfermedades	
Biotoxinas microbiológicas	Tétanos Difteria Enterotoxinas (Cólera, coliformes) Botulismo	Clostridium tetani Corynebacterium diphtheriae Vibrio cholerae, Escherichia coli Bacillus botulinum
	Toxinas de Cianobacterias (neuro y hepatotoxinas, irritantes al contacto)	Anabaena spiroides, Microcystis aeruginosa, Microcystis ichthyoblabe, Woronichinia naegeliana
Biotoxinas vegetales	Alelosubstancias Alcoholes y cetonas, Alcaloides, Carbohidratos, Agentes quelantes. Glicósidos, Lípidos, Metales, Fenoles, Proteínas y aminoácidos.	Solanáceas (patatas y tomates verdes) Crucíferas (col, brécol, nabo) Ricinus communis Habas y almorta
Micotoxinas: hongos	Aflatoxinas, Ocratoxinas, Triclorotecenos, Amanitinas y toxinas termolábiles.	Aspergillus flavus Gro. Amanita
Biotoxinas animales	Venenos y toxinas	Anfibios (ranas, sapos, salamandras y tritones) Reptiles y serpientes. Mamíferos y aves. Escorpiones, insectos, arácnidos, miriápodos, gusanos. Animales marinos: celentéreos, equinodermos, corales, anémonas y esponjas. Rayas y otros peces tóxicos. Moluscos: conos, caracoles marinos y pulpos.

¿Cuál es el impacto de las extinciones?

Objetivo del tema

La vida tiene una base molecular clara, a través del ADN, que es una molécula lo suficientemente flexible como para permitir la diversificación de especies. Sabemos bastante de esta molécula, su estructura y sus mecanismos de replicación, pero no en qué forma se originó, cómo se combinaron sus elementos integrantes dentro de la “sopa primigenia”, hace algunos miles de millones de años. La diversificación puede darse mediante las mutaciones, cambios en la secuencia de ADN provocados por causas diversas, como la radiación, por ejemplo, o por cambios ambientales que provocan la desaparición de especies y, por tanto, de su ADN. El objetivo de este tema es ver las consecuencias de esas desapariciones o extinciones en la diversificación de la vida.

A modo de introducción

Si es difícil definir con exactitud qué es una extinción, también lo es decir cuántos eventos de extinción han ocurrido en la Historia de la Tierra. Esto es debido a que el registro fósil no es perfecto y se conservan fósiles una muy pequeña parte de los seres vivos que mueren. Al hablar de extinciones al nivel de especies, se refiere a la muerte de todos los

individuos de una especie, ya sea local o globalmente. Previa a la desaparición total se produce un enrarecimiento progresivo producido por las causas que provocan dicha extinción. La evolución tiene como uno de sus objetivos alcanzar mayores grados de adaptación. A mayor grado de adaptación a determinadas condiciones ambientales, mayor éxito evolutivo, pero ¿Qué pasa si las condiciones ambientales originales cambian, en cualquiera de sus factores?.



Dibujo que reconstruye las distintas faunas que han existido a lo largo de la historia. Tomado de: http://www.sagan-gea.org/hojared_biodiversidad/paginas/hoja33.html

Estas variaciones se producen constantemente y a veces son de alto grado, lo que implica una dinámica muy activa de continua adaptación. Es decir, el ambiente se altera y la especie debe adaptarse para sobrevivir. La selección natural capacita a los organismos para mantener su grado de adaptación. Sin embargo, en el momento en que una especie no disponga de medio alguno para hacer frente a las variaciones ambientales, estará condenada a la extinción, que se produce con una probabilidad constante y característica para cada grupo,

en el límite Ordovícico-Silúrico. Durante el Cámbrico y el Ordovícico, la fauna se incrementó espectacularmente debido sobre todo a la diversificación ecológica. La causa principal fue un importante ascenso del nivel del mar, el cual trajo consigo la aparición de mares poco profundos en el interior de los continentes, aumentando la diferenciación y aparición de especies.

Pero a final del periodo, el nivel del mar descendió debido a que diferentes placas continentales convergieron, juntando zonas que anteriormente estaban separadas. Es decir, durante el Ordovícico superior hubo una inusual rapidez de movimientos tectónicos que dieron lugar a cambios climáticos igualmente rápidos. En general, el hemisferio norte estaba cubierto casi en su totalidad por un vasto océano; en el ecuador se localizaban pequeños continentes y océanos aislados; y en el hemisferio sur se extendía una gran masa continental.

Esto provocó una disminución del provincialismo y por tanto, menor diversificación biológica. Entre los grupos que desaparecieron completamente están los trilobites, los equinoideos, braquiópodos, graptolites y los corales. Parece ser que esta extinción se produjo en dos fases, la primera causada por una

época fría, en la que la zona de Gondwana correspondiente al África Sahariana estaba cubierta por hielo y, posteriormente, una segunda fase en la que el hielo se descongeló, aumentó el nivel del mar y hubo desplazamiento de masas de agua de diferentes densidades y temperaturas, lo cual afectó a la fauna marina.

Extinción del Devónico Superior

Hace aproximadamente unos 360 millones de años se produjo una extinción masiva que se prolongó entre 20 y 25 millones de años. Aunque durante este período se produjeron varios eventos de extinción, se considera más importante el producido al final del Devónico. Supuso la extinción del 20% de todas las familias animales y 70-80% de toda las especies, principalmente los ammonites, foraminíferos bentónicos, braquiópodos, conodontos y corales rugosos y tabulados, peces no mandibulados (agnatos), placodermos, esponjas, trilobites y estromatopóridos. Los constructores primarios de arrecifes del Devónico (corales tabulados y estromatopóridos) nunca se recuperaron totalmente de las extinciones por los cambios tan profundos que tuvieron lugar en los arrecifes.



Ammonites. Tomado de:
<http://www.oricom.ca/patrice.st-gelais/Form/Ammonites.jpg>

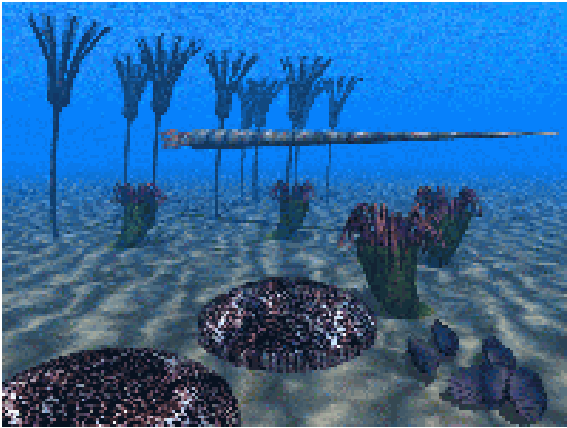
Se han propuesto diversas causas para esta extinción, de las cuales la más probable es un cambio climático que afectó principalmente a las especies marinas de aguas templadas. Una prueba de ello es que los depósitos marinos devónicos son abundantes en pizarras negras en los mares interiores someros de Norteamérica y Eurasia. Estos sedimentos son ricos en materia orgánica, que indican anoxia en aguas profundas.

El depósito marino de cantidades masivas de carbón orgánico y carbonatos inorgánicos redujeron sustancialmente los niveles de CO₂ atmosférico. Se supone que la pérdida de este gas contribuyó al enfriamiento global. Un corto pero intenso periodo de glaciación tuvo lugar a finales del Devónico en regiones de Gondwana, unido a un crecimiento rápido del nivel eustático combinado con un extenso

periodo de temperaturas extremadamente frías. Esto indica la presencia de glaciares, aunque hasta ahora no han sido descubiertos.

Extinción Permo-Triásica

Es la extinción más severa de toda la Historia de la Tierra. Un 50% de las familias animales, que suponen el 90% de todas las especies conocidas durante el Pérmico final desaparecieron. Además, la recuperación tras la extinción de los ecosistemas marinos fue muy lenta comparada con otros eventos de la extinción, durando sobre 4-5 millones de años. Mientras que el último registro geológico del Pérmico contiene faunas y floras diversas y endémicas, la fauna y la flora del Triásico inferior poseen muy baja diversidad y son notablemente cosmopolitas. La vida en la Tierra durante este periodo fue muy homogénea, pues tan sólo un puñado de los taxones que sobrevivieron la extinción proliferó en el planeta, como algunos braquiópodos, bivalvos, las algas Isoetes, y reptiles como los Lystrosaurus. También entre los habitantes de la post-extinción fueron peculiares los gasterópodos y bivalvos de solamente algunos milímetros de diámetro.



Fauna de los mares Pérmicos. Tomado de:
http://www.conevyt.org.mx/inea/interactivos-finales/ej_soc2/imagenes/permico_flora.gif

Es decir, los invertebrados marinos fueron los más duramente golpeados por la extinción P-Tr. En las secciones que preservan un registro de la transición P-Tr, una gran cantidad de especies desaparece en los siguientes metros de sedimento. Los braquiópodos fueron los animales bentónicos con concha dominantes en los depósitos del Paleozoico superior. La diversidad y el volumen físico total de conchas de braquiópodos en el registro geológico paleozoico es asombroso. Su dominación acabó bruscamente en el Pérmico terminal, en donde llegaron a desaparecer aproximadamente el 90% de las familias y el 95% de los géneros. De los centenares de especies de braquiópodos del Pérmico medio-superior, sólo se dan algunas especies de éstos en los depósitos del Triásico inferior.

Los bivalvos, aunque presentes en el Paleozoico como elementos discretos, se diversifican tras la extinción P-Tr. Es como si los bivalvos colonizaran los nichos ecológicos desocupados tras la extinción de los braquiópodos. Como en otros taxones y en otras extinciones, la fauna bivalva del Triásico temprano fue cosmopolita.

En tierra emergida las cosas no fueron mejores. De la fauna de Tetrápodos, 21 familias desaparecieron. Cabe destacar, por su importancia, la presencia del terápsido *Lystrosaurus*, cuyo amplio registro incluye la Antártida, India, China, Mongolia, Siberia y Europa del Este y fue utilizado por Alfred Wegener para demostrar la existencia del supercontinente Pangea.

En cuanto a los vegetales, dataciones palinológicas de Israel, China y los Alpes meridionales, entre otros, demuestran que muchos tipos de polen pérmico desaparecen cerca del límite P-Tr. Existen evidencias palinológicas de Europa, de África y de Asia que muestran que los taxones de coníferas dominantes durante el Pérmico fueron reemplazados tras la extinción por unos cuantos grupos de licópsidos que sobrevivieron a la misma. Los licópsidos de hoy en día a menudo han funcionado como plantas

pioneras colonizando áreas alteradas por extinciones. Los licópsidos permanecieron como los componentes dominantes durante varios millones de años y los bosques predominantemente compuestos por coníferas se recuperaron en sólo 4 ó 5 millones de años después de la extinción.

En resumen, las causas de esta extinción no están claras en la actualidad. Existen indicios de un gran episodio de vulcanismo a gran escala, tanto en forma de actividad volcánica como de extrusiones de basalto. El vulcanismo a esta escala podría haber producido cantidades masivas de CO₂ y SO₂, así como aerosoles que podrían haber bloqueado una importante proporción de la luz solar. Inicialmente, esto habría traído consigo un enfriamiento global. Sin embargo, el SO₂ habría producido fenómenos de lluvia ácida y durante varios meses la mayoría de las partículas se habrían retirado de la atmósfera. Pero el CO₂ hubiese permanecido en la atmósfera, provocando un posterior calentamiento global. Esto podría haber desempeñado un importante papel en las extinciones terrestres.

El calentamiento lleva a las condiciones anóxicas en dos fases: primero, la solubilidad del O₂ en el agua decrece con el incremento de la

temperatura del agua. Segundo, el calentamiento puede derivar en anoxia si los gradientes de temperatura entre los polos y el ecuador disminuyen, hasta que esto también debilitara la circulación oceánica. Finalmente el calentamiento debido al CO₂ volcánico podría haber causado la disociación de los hidratos gaseosos, lo cual habría acentuado este calentamiento.

La extinción Triásico-Jurásica

El límite Triásico-Jurásico marca una inflexión en el número de especies en el registro fósil. Este evento afectó tanto a la vida terrestre como a la acuática. Y el motivo de la extinción sigue siendo incierto.

Se cree que una erupción volcánica de gran envergadura tuvo lugar cerca de este intervalo, hace unos 183 millones de años, en un episodio volcánico que marcó la gran actividad tectónica que tuvo como consecuencia la apertura de dicho océano.

Complicando esta teoría, en una región del norte de Italia se han encontrado fragmentos de cuarzo bipiramidal en un intervalo estratigráfico muy cercano al evento Triásico-Jurásico. Este cuarzo es característico de impactos meteoríticos. Avalando la hipótesis

de un impacto se encuentra el cráter de Manicouagan, un cráter de impacto en la región de Québec, Canadá, que se formó en una época cercana a este límite, aunque desconocida con precisión.

En los océanos se extinguieron los braquiópodos, moluscos y gasterópodos, al igual que todos los reptiles marinos, excepto los ictiosaurios. En tierra firme, los más afectados fueron los reptiles pseudo-mamíferos, aniquilados casi en su totalidad. También sufrieron las consecuencias de la extinción los anfibios y los conodontos, cuya mortandad fue casi absoluta.



Impacto meteorítico. Posible causa de la mayor extinción sobre la Tierra. Tomado de: <http://www.astrogea.org/asteroides/extincions/extincions.htm>

Esta extinción fue especialmente relevante porque favoreció el auge de los grandes dinosaurios. Su radiación se debió en gran parte a que

quedaron muchos nichos ecológicos libres tras esta extinción, nichos que fueron ocupados por éstos durante el Jurásico y en adelante.

La extinción K/T ó Cretácico-Terciario

Este evento marcó el mayor límite en la historia de la Tierra, el límite K-T o Cretácico-Terciario, y el final de la Era Mesozoica. La práctica totalidad de vertebrados en tierra, mar y aire sufrieron una súbita extinción hace cerca de 65 millones de años, en el final del período Cretácico. Al mismo tiempo, la mayoría del plancton y muchos invertebrados tropicales (especialmente constructores de arrecifes) también sufrieron de manera radical los efectos de la extinción. Y muchas plantas terrestres fueron duramente afectadas.

Las extinciones del límite K-T han sido registradas a lo largo del mundo, afectando a la totalidad de los continentes y océanos, con una corta duración de este evento (en términos geológicos). Los animales de mayor tamaño de la época (y de todos los tiempos) y algunos de los más pequeños, como el plancton, que generaba la mayor parte de la producción de alimento primario de aquel tiempo, sucumbieron al evento.

A pesar de la escala de la extinción, no debemos pensar que el límite K-T marcó simplemente un desastre para toda criatura viviente. Muchos grupos de organismos sobrevivieron: insectos, mamíferos, aves y angiospermas (plantas con flores), en la tierra; peces, corales y moluscos en el océano sufrieron una tremenda diversidad nada más terminar el Cretácico.

Se ha intentado desarrollar una infinidad de teorías (la mayoría definitivamente erróneas) para explicar la extinción de los dinosaurios. Aquí no vamos a exponer más que las de mayor peso científico. Teniendo en cuenta que éste fue un evento global, deberíamos examinar agentes o parámetros con efecto a escala planetaria, tales como cambios geográficos, oceanográficos, climáticos y, por supuesto, un acontecimiento extraterrestre. Los trabajos más recientes sobre las extinciones K-T están centrados en dos hipótesis que sugieren un final violento para el Cretácico: un brutal impacto de un asteroide y una enorme erupción volcánica.

Con respecto a la primera hipótesis, se calcula que un asteroide de unos diez kilómetros de diámetro pudo haber impactado en la Tierra, produciendo un cráter de unos 100 kilómetros de profundidad. El

asteroide al impactar, se desintegró totalmente, pero la nube de cenizas se extendió por todo el globo. Los sedimentos procedentes de este tipo de impactos son muy ricos en un metal denominado Iridio, pero también fragmentos de cuarzo y esférulas de vidrio asociados. Esta capa de Iridio ha sido identificada en más de cien regiones a lo largo del planeta, con la datación precisa del evento de extinción. En la actualidad se cree que un enorme cráter de impacto situado en el golfo del Yucatán es el punto de impacto del meteorito.

Si nos referimos a la segunda hipótesis, exactamente durante el límite K-T, un episodio eruptivo se generaba a lo largo de la placa de unión (o separación) entre la India y África. Enormes cantidades de basalto emergieron sobre lo que ahora es la parte oeste de la India, formando grandes coladas de lava. Grandes extensiones de esa lava afloraron por la otra parte del límite de la placa, que ahora yace bajo las aguas del Océano Índico. Sin embargo, una gran erupción de estas características no explica la presencia de los porcentajes de Iridio por sí sola.

Aún siendo una combinación de causas las que se produjeron hace 65 millones de años, lo que no pueden explicar es la desaparición selectiva

de los organismos mesozoicos. Por ejemplo, en cuanto a la vida vegetal se refiere, los sedimentos situados debajo del límite están caracterizados por la presencia de polen de angiospermas, pero en el propio límite se encuentran muy pocas o ninguna evidencia de la presencia de este polen y, asimismo, la presencia vegetal dominante pertenece a las esporas de helechos, coincidentes con las mayores concentraciones de Iridio. Encontramos polen normal inmediatamente encima de la capa que marca el límite.

La presencia de este pico en la concentración de esporas podría ser explicada por una corta, pero intensa crisis en las plantas terrestres, satisfactoriamente explicada por un impacto extraterrestre o un periodo de erupción, donde los ejemplares adultos perecieron como consecuencia de una falta de luz y/o una helada relativamente prolongada, así como de lluvias ácidas.

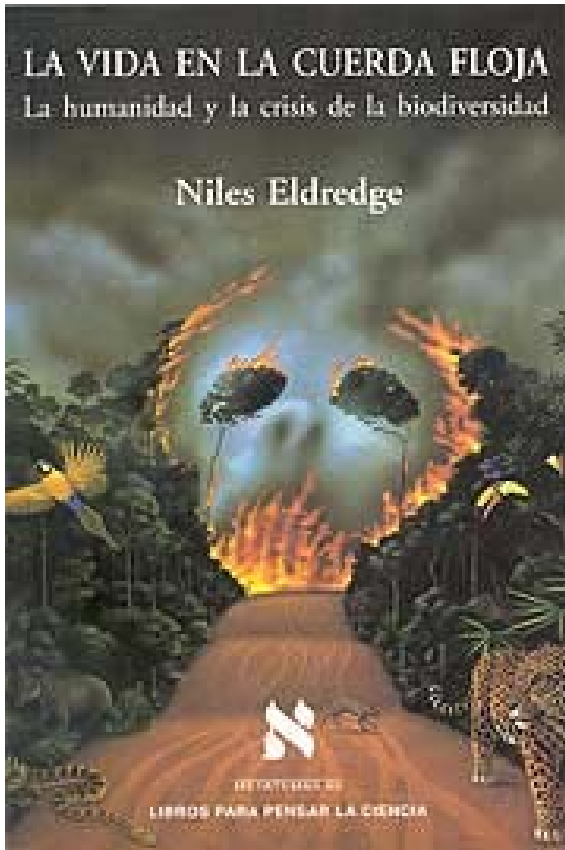
Las plantas en el hemisferio sur fueron las más afectadas de todo el conjunto, mientras que en Japón los efectos fueron más atenuados. Ésto refleja que Norte América sufrió el impacto con más intensidad que cualquier otro continente.

En cuanto a los vertebrados, las tortugas y algún grupo primitivo de reptiles sobrevivieron, mientras que

los dinosaurios fueron totalmente exterminados. Se ha sugerido que los animales situados en los escalones inferiores de la cadena trófica resistieron la catástrofe mejor que otros, hasta el punto de sobrevivir.

Pero es la supervivencia de las aves es uno de los acontecimientos más extraños involucrados al evento K-T, si pensamos en términos de una catástrofe. Las aves más grandes podrían compararse en tamaño a los dinosaurios más pequeños, por lo que es difícil comprender cómo, compartiendo tantas similitudes, las aves sobrevivieron y los dinosaurios no. Las aves son animales que capturan su alimento por medio de la visión; son de pequeño tamaño y de sangre caliente, con elevadas tasas metabólicas y un reducido gasto de energía. Con estos parámetros vitales incluso una tormenta súbita o un invierno especialmente severo podría causar una gran mortalidad entre su población. Según las teorías catastrofistas, el intervalo K-T sería “una pesadilla de desastres medioambientales, incluyendo tormentas, tsunamis, frío y oscuridad, efecto invernadero, lluvias ácidas e incendios globales”. Debe haber alguna explicación para la supervivencia de las aves (a igual que para la de las tortugas o cocodrilos) en una catástrofe de esta magnitud, o bien aceptar que esta hipótesis es errónea o incompleta.

La Sexta Extinción



Portada del libro de Niles Eldredge, el cual hace referencia a la Sexta Extinción.

Tomado de:

http://www.archivodenessus.com/images/2001/vida_en_la_cuerda_floja.jpg

Hace tiempo que se habla de ella. Aunque no se conoce aún el número exacto de especies en nuestro planeta, sí se ha calculado que la pérdida de biodiversidad anual es de unas 30.000 especies, es decir, haciendo un pequeño cálculo, tres especies por hora. El principal problema de esta nueva extinción es que, por un lado, ya está ocurriendo y, por otro, que la causa principal somos nosotros y poco o nada se

hace por paliarlo. Cada vez que intervenimos en el ecosistema, se provoca una cadena de reacciones que afecta a otras muchas especies, con repercusiones negativas en otras y éstas afectan a otras más... Las transformaciones en el paisaje; el aumento de la contaminación tanto en la atmósfera (cuyo efecto más conocido es la progresiva desaparición de la capa de ozono, vital para nuestra supervivencia), como en el agua y el suelo; la introducción de especies exóticas adaptadas a las condiciones de otras áreas y que en otros lugares no tienen predadores naturales o la sobreexplotación de otras, están creando un efecto dominó en el Planeta que es muy difícil frenar.

Uno de los autores que más se ha dedicado a este tema y que ilustra claramente el impacto de “nuestra extinción” es Niles Eldredge, paleontólogo y Curador en el Museo de Historia Natural de Nueva York. Su libro más reciente, *La Vida en el Balance: La Humanidad y la Crisis de la Biodiversidad* nos habla de todo ello...

Para saber más

<http://html.rincondelvago.com/extinciones-en-las-eras-geologicas.html>

<http://www.ciencia-hoy.retina.ar/hoy36/extincio.htm>

¿Cuál es el Patrimonio Paleontológico Principal español?
Principales yacimientos españoles

Objetivo del tema

Si las especies se extinguen, bien en masa, o bien mueren individualmente y, esto lleva pasando desde que el mundo es mundo, ¿cómo sabemos de su existencia? Cualquier organismo que muere deja unos restos que son susceptibles de conservación, después de una serie de procesos que en conjunto se denominan tafonómicos y se convierten en fósiles, estudiados por la Paleontología. Las áreas en las que se pueden encontrar fósiles se llaman yacimientos y a su conjunto, Patrimonio Paleontológico. El objetivo de este tema es conocer un poco nuestro Patrimonio Paleontológico y qué tipo de fósiles se han encontrado en cada yacimiento y a qué edad pertenecen. Todo ello teniendo en cuenta que este Patrimonio está sujeto a unas leyes que penalizan su expolio y que no se pretende mostrar una guía para el coleccionista de fósiles, sino contribuir en nuestra pequeña medida al conocimiento de uno de nuestros tesoros nacionales que, como tal, hay que cuidar.

El Patrimonio Paleontológico: ¿ese gran desconocido?

Entre los tesoros de los que deben sentirse orgullosos pueblos y países, está su Patrimonio. Éste puede ser Patrimonio Natural, Arquitectónico o Histórico. Cualquiera de ellos significa un legado, una herencia paisajística, urbana o de bienes de interés cultural que merece la pena conservar y salvaguardar.

Dentro del Patrimonio Histórico, hay que hacer especial mención al Patrimonio Paleontológico. Éste está integrado, por un lado, por el conjunto de yacimientos y secciones fosilíferas conocidos y estudiados (patrimonio "inmueble") y por otro, por el conjunto de colecciones paleontológicas de investigación, ejemplares-tipo, museos paleontológicos y otro material alojado en colecciones y exposiciones locales (patrimonio "mueble"). Como parte integrante del patrimonio geológico, el patrimonio paleontológico en nuestro país está sometido a los riesgos y acciones que afectan a éste: Destrucción por obras públicas, urbanizaciones, vertidos, impacto paisajístico, etc. Pero como parte importante del patrimonio cultural, ha estado sometido asimismo al impacto resultante del expolio y destrucción por la acción de coleccionistas, aficionados y traficantes comerciales de fósiles (1).

Nuestro Patrimonio Paleontológico y su gestión están sujetos a una legislación (Ley 6/85, del Patrimonio Histórico Español, de 1985 y Ley 4/89, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres, de 1989) que, no en vano, ha desatado ciertos conflictos entre investigadores de la Paleontología y la Administración. Sin embargo, también ha contribuido a generar cierta conciencia social para aunar esfuerzos en la necesidad de conservar nuestro legado paleontológico, gestionarlo adecuadamente y difundirlo a la sociedad.

Una selección de los yacimientos fósiles más importantes que posee España, se muestra en la tabla anterior, algunos de los cuales están considerados como Lagerstätten, es decir, localidades o yacimientos que poseen una amplia diversidad de fósiles o bien, un estado de conservación excepcional. Algunas de las veces tienen ambas características y entonces se les denomina Konservat-Lagerstätten.

En la tabla se muestran los yacimientos ordenados desde el más antiguo a los más modernos, la localidad más cercana donde se encuentra el yacimiento y los grupos fósiles conservados en él.

Edad del yacimiento	Localización	Grupos fósiles representados	Expertos investigadores
Cámbrico Inferior	Murero (Za)	braquiópodos, trilobites, equinodermos y moluscos, algas e invertebrados de cuerpo blando como onicóforos, artrópodos no trilobites, priapulidos, poríferos demosponjas e incertae sedis	E. Liñán
Carbonífero	Puertollano (CR)	Peces, cocodrilos	Rodrigo Soler Nieves López
Pérmico inferior	Aragoncillo (Gu)	Árboles petrificados	Alfonso Sopeña
Permo-Trias	Landete (Ab)	Troncos petrificados, polen	José López
Cretácico inferior	Las Hoyas (So) Peñacerrada (Burgos-Álava)	Dinosaurios, aves, angiospermas primitivas... Insectos en ámbar	José Luis Sanz Vicente Ortuño
Pistas	Enciso, La Rioja	Dinosaurios huellas	Félix Pérez Lorente
K / T	Zumaya (PV) y otros	Foraminíferos y otros microfósiles	Marcos A. Lamolda

Terciario (Miocenos)	El Vallés	Primates	Salvador Moyá
	Cerro Batallones	Macromamíferos	Jorge Morales
	Venta del Moro	Herbívoros, macroflora, polen	Plinio Montoya
	Rubielos de Mora	Insectos ámbar Mioc. Inf 20 m.a.	Enrique Peñalver
Cuaternario	Guadix-Baza: Orce	Mamíferos Homínidos varias sp.	Jordi Agustí, Bienvenido Martínez
	Atapuerca	Turba y huesos Mamuts	Arsuaga et al.
	Padul	Pinturas rupestres	Varios
	Altamira		

Murero

En la Provincia de Zaragoza, en el Campo de Daroca, el municipio de Murero es conocido por sus yacimientos paleontológicos de excepcional conservación. En Murero se encuentran localizaciones de fósiles correspondientes al Cámbrico Inferior y Medio, es decir, a lo que se conoce como la explosión Cámbrica, con fósiles entre sus estratos correspondientes a los grupos de braquiópodos, trilobites, equinodermos y moluscos, algas e invertebrados de cuerpo blando como onicóforos, artrópodos no trilobites, priapulidos, poríferos demosponjas e incertae sedis (grupo de posición taxonómica incierta). Este registro fósil, estudiados en las

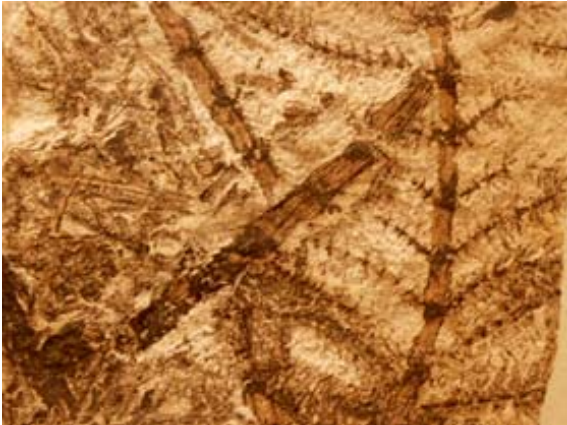
Universidades de Zaragoza y Valencia por los profesores Eladio Liñán y Rodolfo Gozalo, respectivamente, se encuentran en materiales de unos doscientos metros de pizarras de espesor y carbonatos nodulares de una edad aproximadamente de entre 525 y 515 m. a. (millones de años).



Trilobites de Murero. Tomado de: <http://www.comarcadedaroca.com/images/turico/geologia/murero03.jpg>

Puertollano

En esta ciudad minera de la provincia de Ciudad Real se encuentra una de las zonas de cuenca minera de carbón con varios metros de potencia y dos niveles de pizarras bituminosas. Desde 1930 se conoce esta cuenca, rica en fósiles paleobotánicos y de peces, pero no se conservaron ejemplares en las colecciones españolas.



Esfenófito: Calamostachys de Puertollano.

Tomado de:

<http://museo-paleo.unizar.es/exposicion/img2/Carboni3.JPG>

Posteriormente, en los años 60, se extrajeron muestras de diversos grupos de peces (xenacántidos, acantódidos y paleonisciformes) y fueron depositados en el Natural History Museum de Londres. A partir de 1990, la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid, de la mano del Dr. R. Soler Gijón, se han podido encontrar nuevos fósiles de vertebrados en Puertollano. Han aparecido así numerosos fósiles de tiburones (cráneo y mandíbulas, dientes, espinas, escamas), acantodios y anfibios (un esqueleto en conexión, varios cráneos y huesos postcraneales) junto con peces óseos. Las numerosas investigaciones que se fueron realizando llevaron a la conclusión de que la cuenca de Puertollano no estaba aislada como

se creía en un principio, sino que existía conexión de los tiburones y otros peces encontrados aquí con otros hallados en otras cuencas de Europa y América a través del mar.

Aragoncillo

Este yacimiento, perteneciente a la provincia de Guadalajara, constituye uno de los más importantes e interesantes en lo que se refiere a bosques petrificados, por dos razones: la primera, los troncos están en posición de vida, con las raíces incrustadas en el sedimento; la segunda, porque es el más antiguo, de hace 280 millones de años, unos 40 m.a. más que el más famoso, el localizado en Arizona (EEUU).



Tronco petrificado de Aragoncillo.

Tomado de:

<http://www.ctv.es/USERS/hacinas/arbolesfossil/es/aragoncillo.jpg>

La razón por la que se han conservado aproximadamente una docena de ejemplares en posición de

vida es que entre los 280 y los 290 m.a. se produjo, en diferentes zonas de la Península (Asturias, Pirineos, Guadarrama), una serie de emisiones volcánicas, siendo expulsado de forma explosiva un magma ácido (constituido por sílice mayoritariamente) en forma de cenizas y piroclastos a gran temperatura, que cubrió el manto vegetal. Ese magma ácido y caliente subió por la estructura celular que constituyen los vasos de savia vegetal y consiguió la silicificación perfecta de los troncos.

Con el paso del tiempo, ya en el Triásico, esta zona quedó inundada por grandes ríos y se convirtió en un lago, cuyos sedimentos enterraron los troncos bajo unos 2.000 metros de materiales.

En posteriores movimientos tectónicos, que elevaron los Pirineos y el Sistema Central, esta área quedó levantada, comenzando a actuar la erosión y dejando expuestos poco a poco, hasta épocas recientes, estos troncos, de los cuales los geólogos creen que quedan todavía muchos enterrados.

La conservación de estos restos es tal que incluso analizando el material volcánico del entorno de los troncos, se han encontrado asociaciones de polen y esporas de la época, lo que es difícil en este tipo de sedimento, así como restos de coníferas, hojas y

frondas de helechos arborescentes, extintos en la actualidad. Alfonso Sopena, director del Instituto de Geología Económica, centro mixto del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Universidad Complutense de Madrid, investiga este bosque petrificado con un equipo del que forma parte la profesora Yolanda Sánchez Moya, de la Facultad de Geológicas.

Las Hoyas

Está enclavado en la provincia de Cuenca, a 30 km. al Este de la ciudad, en la Cordillera Ibérica. Este yacimiento es lo que se denomina un Lagerstätte, con una conservación excepcional en su registro fósil e investigado por el equipo del profesor de la Universidad Autónoma de Madrid, José Luis Sanz. La edad de Las Hoyas corresponde al Cretácico inferior, concretamente el piso Barremiense, de 114 a 116 millones de años, con un horizonte particularmente abundante en fósiles datados en 115 m.a. El material de sedimentación son limos carbonatados (Formación Huérguina), que se originaron en ambientes palustre y lacustre depositados en condiciones subtropicales y semiáridas.



Fósil Vertebrado de las Hoyas. Tomado de:
http://www.dinosaurios.net/ydm/ydm_img/ydmfs_LH_img01.jpg

El registro fósil asociado a estos sedimentos es muy rico, tanto en fauna como en flora, característicos de ambientes terrestres y de agua dulce. Corresponden a huellas de invertebrados, como insectos y vertebrados, hasta 200 especímenes completos, tales como aves, de las que se han encontrado especímenes de tres tipos, como *Iberomesornis*, *Concornis* y *Eoalulavis*, relacionados con el conocido *Archaeopteryx*, peces, cocodrilos, un dinosaurio, anfibios y lagartos. En cuanto a la vegetación, se han encontrado restos de las primeras angiospermas o plantas con flores, helechos, cicadáceas y coníferas.

La razón de la excelente conservación de este yacimiento es el tipo de ambiente en el que se han conservado. Los lagos permiten una sedimentación continuada, con carbonatos de grano fino, en condiciones de baja energía (sin corrientes turbulentas), lo cual permitió que los restos quedasen

enterrados casi de forma inmediata y sin desarticularse ni romperse, condiciones únicas para una buena preservación. El fondo del lago posiblemente se constituía de un lecho no oxigenado o anóxico, ya que no se han encontrado organismos bénticos (que viven enterrados) que podrían destruir los restos enterrados en los fondos, lo que incrementaría las condiciones de conservación.

Peñacerrada

Este municipio, que está a unos 25 km. de Vitoria, en el País Vasco, en una zona que en la actualidad es un hayedo, contiene uno de los yacimientos de ámbar más importantes del mundo, tanto por su edad como por su diversidad. El ámbar no es más que la resina fosilizada de las coníferas, que en otros tiempos eran más abundantes que en la actualidad. Esta resina, que en el mundo vegetal se utiliza para tapar fisuras y heridas producidas por otros organismos, puede llegar a ser tan abundante que fluya por la hendidura del árbol y arrastre todo lo que encuentre a su paso y sin posibilidad de desprenderse de tan pegajosa sustancia. Así quedó atrapada una pequeña muestra de vida de hace entre 107 y 114 millones de años, correspondiente al período Aptiense, en el Cretácico Inferior.



Insecto en ámbar encontrado en Peñacerrada.

Tomado de:

<http://www.el-mundo.es/larevista/num142/textos/atra1.html>

En este yacimiento, de los que solo existen otros tres en el mundo, de edad superior a los 100 millones de años, se han aislado unas 1.500 inclusiones biológicas, como insectos, hasta 13 órdenes diferentes, moluscos, crustáceos, arácnidos, hongos y restos de otras plantas, incluso plumas de aves.

Las propiedades del ámbar como sustancia conservante son excelentes; es transparente, sobre todo si se pule, conserva hasta los más mínimos detalles de los organismos que atrapa

y se pueden describir pormenorizadamente. De hecho, una de las cosas más interesantes que se están estudiando en el contenido del ámbar de Peñacerrada es que, en el Cretácico Inferior, se encuentran unos insectos con características comunes a las hormigas y a las avispas: son las hormivispas. Se sospechaba que en esta época no existían todavía ni las hormigas ni las avispas, pero que tenían un tronco común. Ahora, con el yacimiento de Peñacerrada, se confirma ese antepasado, en un estado de conservación excepcional. Posiblemente este yacimiento nos depare todavía más sorpresas interesantes. Ha sido estudiado por numerosos investigadores, tales como Rafael López, descubridor y ahora preparador en el Museo de Ciencias Naturales de Álava; Eduardo Barrón, peleobotánico y autor de las primeras dataciones del yacimiento; Carmelo Corral, paleontólogo conservador del Museo; Rubén Cerdán, físico del equipo; Jesús Alonso, Director del Museo; Vicente Ortuño, paleontólogo, estudia todos los grupos de insectos salvo dípteros e Himenópteros; Enrique Peñalver, de la Universidad de Valencia; Xavier Martínez Delclós, de la Universidad de Barcelona, junto con Peñalver estudia los Himenópteros; Antonio Arillo, de la Universidad

Complutense de Madrid, estudia los Dípteros.

El Enciso (La Rioja)



Ícnitas de dinosaurio de El Enciso.

Tomado de:

<http://pi.fernandez.en.eresmas.net/dino3.jpg>

Este pequeño pueblo está situado a 72 km. de Logroño, en la zona de La Rioja conocida como el Alto Valle del Cidacos. En este enclave y su comarca abundan unos tipos de fósiles muy importantes, los icnofósiles, huellas, pistas y rastros visibles de la actividad de los seres vivos del pasado y, más concretamente en este caso, de los dinosaurios. Sus pisadas, dibujadas en el cieno solidificado convertido en roca por el paso del tiempo, son muy importantes, al completar la información que sobre su anatomía proporcionan los restos óseos y, lo

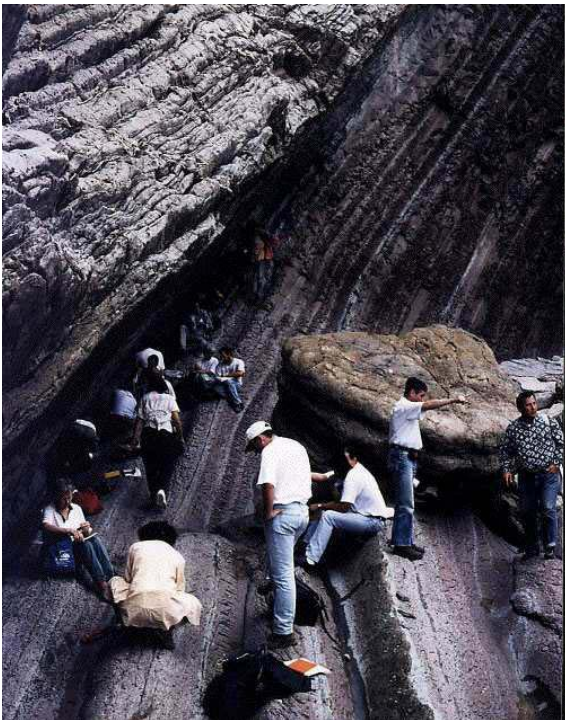
que es más importante, las impresiones de sus patas y otras partes del cuerpo nos permiten conocer sus modos de comportamiento, como por ejemplo, las huellas más abundantes son tridáctilas, lo que indica que eran dinosaurios adaptados a caminar sobre las patas traseras y la distancia entre huellas consecutivas nos puede informar de si caminaban o corrían.

En la época en que los dinosaurios dejaron las huellas de su paso por la zona, hace entre 100 y 150 millones de años, la comarca de El Enciso era un gran delta fluvial, con numerosas lagunas y charcas rodeadas de abundante vegetación y otros animales que vivían en ellas, como moluscos bivalvos y gasterópodos o peces.

Las huellas que fueron dejando los dinosaurios en el barro sufrieron diversa suerte y la mayoría de ellas desaparecieron, pero las que se conservaron lo hicieron porque se cubrieron casi de forma inmediata de otros sedimentos que las protegieron de las inclemencias meteorológicas y otros animales. Este barro con huellas, que en aquellos momentos eran estratos horizontales, a lo largo del tiempo se vieron sometidos a plegamientos y fallas y es la causa de que ahora muchos de estos afloramientos se vean en capas inclinadas. El Enciso acoge un

Centro Paleontológico, dirigido por el Prof. Félix Pérez, del Departamento de Química de la Universidad de La Rioja.

Zumaya



Excavación del Yacimiento de Zumaya.
Tomado de:

<http://www.ehu.es/~gpplapam/Zumaya.JPG>

Es un municipio de Guipúzcoa. Estación balnearia y puerto pesquero, la ciudad se alarga en la orilla izquierda del estuario del río Ibaia. En las costas de esta localidad se encuentra el límite entre el Cretácico superior y el Terciario, más conocido como el límite K/T, representado en una banda de 3 cm. de ancho, con continuidad y representación en localidades cercanas.



Vista general del Yacimiento de Zumaya.
Tomado de:

<http://www.homepages.hetnet.nl/~matthiasbarth/Photoalbum/Pics/Zumaya.jpg>

La importancia de este yacimiento es que conserva en sus estratos lo que pasó antes, durante y después de la caída del meteorito en el Golfo de México, responsable de la muerte de los dinosaurios. Las capas subyacentes pertenecen al Cretácico superior, concretamente al piso Maastrichtiense, consistentes en margas verdes, seguidas de capas arenosas marrón grisáceas y margas púrpuras, que contienen microfósiles del tipo foraminíferos y nanofósiles de ambientes pelágico y hemipelágico.

Por encima se halla la capa de tres centímetros de espesor, depositada después de la colisión meteorítica, consistente en venas de calcita entre capas de pizarra gris oscuro, en las que se mezclan niveles de iridio y esférulas denominadas microcristita.

Las capas superiores ya pertenecen al Terciario, concretamente al Paleoceno, con 7-8 cm. de pizarras grises y 25 cm. de margas grises. Aquí, los tipos de foraminíferos disminuyen en número (se extinguen casi el 90%) y son diferentes (más pequeños y con menos ornamentaciones en su concha), lo que hace deducir las consecuencias que se derivan del impacto del meteorito.

Cerro de los Batallones

Este yacimiento está cercano al municipio madrileño de Torrejón de Velasco. Encierra uno de los más importantes registros fósiles de vertebrados del Terciario y descubierto en el año 1.991. En campañas posteriores se excavaron otros puntos en el mismo Cerro y numerados correlativamente, del 1 al 6. Bat-1 se encuentra en trámite de ser declarado por la Comunidad de Madrid como Bien de Interés Cultural con la categoría de Zona Paleontológica. Aquí se han encontrado hasta un total de 10.000

restos fósiles, que pertenecen a unos 110 individuos, de los cuales 32 eran tigres dientes de sable.



Excavaciones en el yacimiento Cerro de los Batallones. Tomado de:

<http://aula.el-mundo.es/aula/2003/04/10/imagen5.jpg>

La importancia del yacimiento es la variedad de fósiles y de yacimientos; Bat-1 es una trampa de carnívoros; Bat-2 es un yacimiento complejo, que primero funcionó como trampa para elefantes y después probablemente fue similar a Bat-1. Bat-4 también actuó como trampa natural, en la que se ha encontrado un esqueleto casi completo de jirafa del Vallesiense (Mioceno superior), de hace unos 10 millones de años. Se cree que estos puntos del yacimiento se formaron por un proceso similar al de la formación de las cuevas, por lo que todavía es pronto para saber si quedan otras áreas de acumulación de vertebrados pertenecientes a esta época. Este yacimiento está siendo estudiado por el equipo del profesor Jorge Morales, de la Universidad Complutense de Madrid.

Rubielos de Mora

Este municipio turolense se encuentra a 55 km. de la capital, a 929 metros de altitud, en la comarca de Gúdar-Javalambre. Sus sedimentos datan de hace unos 20 millones de años, Mioceno Inferior, y guardan uno de los más variados registros de insectos fósiles, conservados en sedimentos formados en una gran cuenca cretácica mal drenada, que se colmató posteriormente con rellenos terciarios de un tipo de material lacustre denominado ritmitas bituminosas.

Este yacimiento conserva unos de los registros más abundantes de los “tatarabuelos” de insectos de las familias de los himenópteros y los dípteros (como hormigas, abejas, etc...), en un estado de conservación tal que se puede diferenciar pelos de las alas, coloraciones y hasta las espermatecas de las hembras (pequeños sacos donde guardan el material genético masculino para fecundar sus huevos poco a poco). Se pueden incluso observar las diferentes castas de tipos de abejas y hormigas, con lo que se pueden deducir los distintos papeles sociales que tenían cada uno de ellos dentro del nido, tal y como ocurre en la actualidad.



Insecto encontrado en Rubielos de Mora.

Tomado de:

<http://www.ub.es/dpep/meganeura/foto01.jpg>

Orce

Orce se encuentra en la provincia de Granada, en su límite con Almería, en la denominada cuenca de Guadix-Baza-Huésca. Existen varios puntos en este entorno con yacimientos de edad Plio-Cuaternaria, aproximadamente los últimos cuatro millones de años. El tipo de sedimentos corresponde a una zona lacustre, en el que los animales y, posiblemente el hombre, se acercaban a beber y en muchos casos, eran cazados y comidos por sus predadores. De esta forma, los restos de estos organismos que quedaron enterrados rápidamente por los materiales del lago se han preservado hasta la actualidad.

El tipo de animales encontrados en algunos puntos de la cuenca, como en el yacimiento de Fuente Nueva, son rinocerontes, hipopótamos y

elefantes. En otros, como Venta Micena, la abundancia de registro fósil es aún mayor, hallándose, además, hienas, caballos, grandes ciervos, búfalos de agua, varios tipos de bóvidos, osos, tigres dientes de sable y un largo etcétera de roedores y otros mamíferos. En este yacimiento se encontró un fragmento de cráneo del que se ha dado en llamar “el Hombre de Orce” y, en casi todos los puntos de la zona, abundante industria lítica y utensilios como cuchillos y mazas fabricados por el hombre, demostrándose su paso por esta zona.

Se cree que Fuente Nueva es el yacimiento más antiguo de Europa en cuanto a presencia humana debido a la industria lítica hallada en él, con una datación de 1,3 millones de años como mínimo y parece demostrar que los homínidos salieron de África hacia Europa desde el Sur de España.

Atapuerca

La Sierra de Atapuerca es una pequeña colina que se extiende de Noroeste a Sudeste en el valle del río Arlanzón, apenas 15 kilómetros al este de la ciudad de Burgos. Con 1.079 metros de altitud, esta sierra conecta la cuenca del Duero con la del Ebro, entre la Sierra de la Demanda, al Sur, y las estribaciones de la Cordillera Cantábrica, al Norte.

Una situación estratégica que ha contribuido a que esta pequeña cresta haya sido desde siempre un punto de encuentro y de paso.



Excavaciones en el Yacimiento de Atapuerca.
Tomado de:

<http://www.consumer.es/mediatrader/20040314/actualidad/manana/atapuerca.jpg>

El descubrimiento de Atapuerca se debió al azar. En este caso, los yacimientos de la Trinchera no se hubieran encontrado de no ser por una gran obra del siglo XIX, la construcción de una línea de ferrocarril que transportase el carbón y el mineral de hierro desde la Sierra de la Demanda hasta el enlace con la línea Burgos-Bilbao, desde donde podía ser transportado a las

siderurgias vascas. El proyecto se puso en marcha y la línea funcionó al menos durante nueve años pero, poco tiempo después, fue abandonado por ser demasiado costoso. Sin embargo, aún hoy se conservan los puentes, taludes, túneles y estaciones de aquel ferrocarril. Fueron las obras de este ferrocarril las que dejaron al descubierto los yacimientos, al atravesar las estribaciones de la Sierra de Atapuerca para abrir camino a las vías.

* Yacimientos de Atapuerca

La Cueva Mayor, una cavidad situada apenas a medio kilómetro de la Trinchera, ya era conocida desde al menos el siglo XV, según testimonios históricos. En 1910, el arqueólogo Jesús Carballo descubrió el yacimiento de la Edad del Bronce y las pinturas rupestres que hay en la boca de Cueva Mayor, conocida como el Portalón, como una cabeza de caballo. El Portalón de Cueva Mayor es uno de los mejores yacimientos de la Sierra para buscar evidencias de la última fase la evolución humana, la que comprende entre hace 127.000 y 11.000 años. Los Neandertales (descendientes de los hombres y mujeres de la Sima de los Huesos) vivieron en la Sierra durante casi todo este período de tiempo, en realidad se extinguieron hace tan sólo 30.000 años. En Julio

de 2000 el equipo que codirige el profesor Juan Luis Arsuaga, de la Complutense de Madrid, junto a otros cuatro investigadores, se responsabiliza de este proyecto.

Entre el material recuperado durante la campaña, en la limpieza de los cortes y la preparación del yacimiento se encuentran cientos de trozos de cuencos, vasijas y otros recipientes de barro de la edad del Bronce. Algunos poseen ricas decoraciones realizadas con un punzón o con los propios dedos. Las técnicas de cocción y fabricación de las piezas también son variadas. Se han hallado puntas de flecha, botones, cuentas de collar, punzones y espátulas todas ellas talladas en hueso, y abundantísimos restos de fauna doméstica o semi salvaje (caballo, ciervo, vaca, cabra, jabalí, algunas aves, y hasta un castor). Todos los huesos están muy rotos, probablemente debido al intenso aprovechamiento de estos recursos animales.

La Sima de los Huesos es un yacimiento muy especial. Se trata de una pequeña cavidad al final de una rampa a la que se accede por una sima vertical de 13 metros de profundidad; su forma es como la de un calcetín. La entrada está en un recodo apartado de una gran sala de alto techo, llamada Sala de los Cíclopes, a medio kilómetro de

distancia de la entrada actual de la Cueva Mayor. En la parte superior de la Sala de los Cíclopes aparecieron 161 fósiles humanos, que pertenecen al menos a 32 individuos.

ATAPUERCA 2003 / Esta tarde llegan los primeros miembros del equipo de trabajo que hasta el 25 de julio buscarán 'los tesoros' de la sierra de Atapuerca / Los codirectores llegarán mañana para iniciar los trabajos

La campaña 2003 centrará los trabajos en la Gran Dolina y la Sima de los Huesos

NECHER MARTINEZ

BUENOS AIRES. El día de un centenar de excavadores que como cada verano se encaminan a la sierra de Atapuerca, vuelve de llegar a Burgos para comenzar la nueva campaña de trabajos que se desarrollará en la zona de la Gran Dolina y la Sima de los Huesos. Los trabajos se iniciarán mañana y se prolongarán hasta finales de agosto. Los trabajos se iniciarán mañana y se prolongarán hasta finales de agosto. Los trabajos se iniciarán mañana y se prolongarán hasta finales de agosto.



El equipo de trabajo lo componen 10 personas en julio y más de cien en el mes de julio. Llegan de diferentes instituciones y universidades del mundo. / J. V.

El equipo de trabajo se encaminará a la sierra de Atapuerca para comenzar la nueva campaña de trabajos que se desarrollará en la zona de la Gran Dolina y la Sima de los Huesos. Los trabajos se iniciarán mañana y se prolongarán hasta finales de agosto. Los trabajos se iniciarán mañana y se prolongarán hasta finales de agosto.

Un centenar de personas La mayor parte de los colaboradores que conforman el equipo de excavación durante el verano por el momento ya se encuentran en la zona de la Gran Dolina y la Sima de los Huesos. Los trabajos se iniciarán mañana y se prolongarán hasta finales de agosto. Los trabajos se iniciarán mañana y se prolongarán hasta finales de agosto.

Atapuerca ofrece un boletín virtual gratuito

La revista científica de la Cultura de la Gran Dolina y la Sima de los Huesos ha puesto ya en marcha un boletín virtual gratuito que ofrece información sobre los trabajos de excavación y los resultados de las investigaciones. El boletín se publica en formato digital y es accesible a través de Internet. Los interesados en recibirlo deben enviar un correo electrónico a: atp@ubu.es.

El boletín ofrece información sobre los trabajos de excavación y los resultados de las investigaciones. El boletín se publica en formato digital y es accesible a través de Internet. Los interesados en recibirlo deben enviar un correo electrónico a: atp@ubu.es.

Gran repercusión en la sociedad, noticia de actualidad. Tomado de:

<http://www.ubu.es/noticias/z030608/2EIMundo-Elcorreo.jpg>

Un hallazgo de estas características es anormal ya que no se suelen encontrar grupos de humanos juntos, a no ser que esos cuerpos hubiesen sido transportados a la Sima por algún motivo en especial: los hombres y mujeres que vivían en Atapuerca hace 300.000 años habían hecho de esta cavidad su cementerio.

Se sabe que los acarreaban hasta la Sima, recién muertos, intactos, y que

los arrojaban allí. Quizá para protegerlos de otros carnívoros, tal vez simplemente para quitarlos de en medio. Lo que sí es seguro es que ya sabían que aquellos muertos eran diferentes de cualquier otro animal muerto, y debían ser tratados de forma distinta. En cuanto a la forma de los huesos, tienen una mezcla de caracteres antiguos y modernos: pertenecen a la especie Homo heidelbergensis. En algunos huesos se parecen a sus descendientes los Neandertales, lo que ha permitido entender mejor a esta población. La forma de los huesos del brazo, por ejemplo, es similar y, también aparece el parentesco en determinadas características de la cadera. Muy probablemente estos rasgos tienen su origen en los antepasados de toda la rama: Los Primeros Europeos.

Además, entre los fósiles extraídos de los sedimentos de las capas superiores de la Sima de los Huesos no hay ni un solo resto de industria lítica ni de herbívoros: algo completamente anormal en los yacimientos de la misma época. La acumulación se componía casi exclusivamente de osos, más de 150, y de carnívoros: tres leones, veinticuatro zorros, algún lobo, lince, algún mustélido y poco más. Estos sedimentos son conocidos como la Sala de las Oseras, cerrada por un derrumbamiento en un punto

que, según los mapas, se encuentra a un par de metros de distancia del techo de la Sima. En las grietas de la pared, rellenas de arcilla, pueden contemplarse aún hoy huellas de garras de oso, tan frescas que parecen recientes. Una pequeña excavación practicada en la Sala de las Oseras descubrió decenas de huesos casi intactos de *Ursus deningeri*. Había restos de todo tipo: de osos jóvenes, adultos y cachorros amontonados a lo largo de las paredes.



Excavaciones en el Yacimiento de Atapuerca.

Tomado de:

http://estaticos.elmundo.es/ladh/numero49/imgs/atapuerca_interior.jpg

La Trinchera o Sima del Elefante es otro de los ricos depósitos que afloran en la Trinchera del Ferrocarril, con 15 metros repletos

de sedimentos. En la parte superior del yacimiento (con un relleno de 10 metros de potencia), aparecía industria lítica asociada a fauna. Una datación, realizada por el método radiométrico de las series del Uranio, proporcionó una edad de alrededor de 213.000 años de antigüedad. Esto situaba al paquete superior del yacimiento de Elefante en el Pleistoceno Medio.

La Trinchera Galería es uno de los yacimientos (junto con Dolina y Elefante) que quedó expuesto cuando se cortó la caliza de la Sierra de Atapuerca para la construcción de un ferrocarril minero. Se trata de una galería conectada a su vez con otra galería (Cueva de Zarpazos) y un conducto vertical a modo de chimenea totalmente colmatada con 16 metros de potencia rellenos de sedimentos ricos en fósiles de animales, plantas, e industria lítica de hace más de 200.000 años. Los niveles inferiores de la Trinchera indican que entonces hubo una ocupación más intensa de la cueva por los humanos, con cantos de cuarcita y herramientas de sílex junto a huesos de herbívoros. La edad de Galería es anterior a los 200.000 años. En ella hay lo que se llama suelos de ocupación humana: capas de tierra que alguna vez fueron un suelo de la cueva, donde los seres humanos llevaron a cabo sus actividades. Cada uno de estos suelos

contiene una fotografía del estado en que aquellos antiguos humanos dejaron la cavidad tras utilizarla, probablemente durante un tiempo muy breve. Cuando se marchaban, tras consumir por ejemplo la carne de un animal muerto, dejaban atrás los huesos pelados de aquel animal y las herramientas usadas para descuartizarlo.

La Trinchera Dolina está a escasos metros de Trinchera Galería. En el año 1978 se comienza a eliminar sedimento de Trinchera Dolina y a cartografiarlo. En 1981 comienza la excavación y en 1985 se había alcanzado ya el primer nivel rico en industria lítica, llamado TD-11, donde aparecieron decenas de piezas. En 1990 se decide viajar al pasado en la Dolina, casi medio millón de años: en un retazo lateral donde los canteros se dejaron un pequeño testigo de las capas TD-4 y TD-5. Eran pocos metros, pero repletos de fósiles. Había huesos de caballos, rinocerontes, un resto de elefante, hienas, bisontes... toda una fauna perteneciente al Pleistoceno Inferior. La mayor parte de los restos estaban en buen estado de conservación, en algunos casos casi intactos.

Continúa la excavación y en 1.994 se extraen numerosos fósiles humanos: un puñado de dientes superiores e inferiores, un gran fragmento de cráneo, un fragmento de mandíbula

con dos dientes y un molar (la muela del juicio) sin salir, todos restos pertenecientes al mismo individuo, el Homínido 1, un niño que tenía una edad de alrededor de 14 años. Aparecieron también restos del Homínido 2, un niño de alrededor de 10 años. Pero había más: entre los 36 fragmentos humanos recuperados había, al menos, seis individuos, de los que se conservaban fragmentos de cara, huesos de manos y pies, vértebras... junto a ellos se encontraron piezas de industria lítica, lo que hace suponer que fueron víctimas de un banquete caníbal. El hecho de haber encontrado en este nivel dientes de la rata de agua *Miomys savini* aseguraba que el estrato TD-6 tenía al menos 600.000 años, y una nueva datación paleomagnética aseguraba que se había depositado durante una fase en la que la polaridad de la Tierra estaba invertida, y la última vez que pasó eso fue hace 780.000 años.

Gracias a los fósiles encontrados en TD-6 en 1997, se publicó el hallazgo de una especie humana nueva: *Homo antecessor*, especie que fue la descubridora de Europa, caracterizada por una frente baja con un arco superciliar prominente, la cara grácil y plana y los dientes, robustos.



Cráneo encontrado y posterior reconstrucción del posible rostro del Homo antecesor.

Tomado de:

<http://www.unavarra.es/personal/egarrido/documentos/docencia/images/atapuerca1.jpg>

En este nivel de sedimentos los restos humanos aparecían literalmente cubiertos de herramientas y esquirlas, como si hubiese alguna relación entre ellos. Los estudios de estos restos permitieron afirmar que hace centenares de miles de años, Dolina sirvió de comedor para un macabro banquete cuyo plato principal eran humanos. Las marcas de filos de piedra sobre los huesos son claras: al menos en dos falanges y en un cráneo hay señales de descarnación. No puede haber ninguna duda de que, al menos, aquellos cuerpos fueron destazados, es decir, desmembrados y la carne retirada de los huesos. Muy probablemente para

aquellos primitivos seres humanos la diferencia entre un cadáver de ciervo y otro humano no existía aún; al fin y al cabo, la primera señal de comportamiento prefunerario puede ser la vecina Sima de los Huesos, muy posterior en el tiempo. No sabemos por qué lo hacían; pero sí podemos afirmar que los Primeros Europeos eran caníbales.

N.A: Las características más importantes de los yacimientos de la zona de excavaciones conocida como Atapuerca, no es más que una pequeña muestra de toda la información que el equipo de Paleontología Humana de la Universidad Complutense de Madrid se ha preocupado en mostrarnos en su página web: <http://www.ucm.es/info/paleo/ata/portada.htm>. Con el permiso de uno de los investigadores integrantes del equipo, profesor de la Universidad de Alcalá, Ignacio Martínez Mendizábal, he reproducido de forma resumida lo que, en mi opinión, me ha parecido la información más imprescindible a destacar. Recomendamos a todo aquél que tenga curiosidad por tener una idea de las respuestas a las preguntas que acucian al hombre (¿De dónde venimos?, ¿Adónde vamos? ó ¿Por qué estamos aquí?) que consulte con atención esta página web, no solo por la cantidad de información que ofrecen y su

calidad, sino porque este equipo de investigadores comparte con nosotros sus descubrimientos, la historia del yacimiento, con sus penas (falta de financiación para investigar, tan común en España o cómo descubrir que los primeros habitantes de Atapuerca tenían costumbre de comerse unos a otros) y sus alegrías (la extracción de tantos metros cúbicos de sedimento da frutos tan importantes). Por todo ello, es de agradecer el esfuerzo en divulgar esta parte de nuestro pasado.

El Padul

El Padul es un municipio situado a 18 km de Granada, en la zona conocida como Valle del Lecrín. En sus cercanías se encuentra La Laguna de El Padul, palabra que alude a la frecuencia con que se producía paludismo en los alrededores. Esta antaño laguna, en la actualidad es un terreno pantanoso con pequeñas lagunas y manantiales que vierten a canales de drenaje por los que desaguaba la laguna primitiva, que llegó a tener unos 5 kilómetros de longitud. La laguna se fue colmatando progresivamente con turba y ahora está en proceso de explotación, pero controlada, ya que está dentro del Parque Natural de Sierra Nevada. Es la turbera más meridional de Europa y su

importancia se debe a los restos de mamuts extraídos de la turbera, cuando estaba en explotación, por un lado y, por otro, en que por las características especiales de la turba, ha conservado un registro de polen fósil en casi todo el espesor de la turbera que data aproximadamente desde 30.000 años hasta los 4.500. Vamos a explicar en qué consiste este tipo de estudios:

El contenido en polen fósil conservado en la turba, debidamente analizado e interpretado, puede ser de gran importancia para la obtención de la dinámica de la vegetación a lo largo del tiempo y en la inferencia del clima en el intervalo de tiempo analizado. Junto con el polen, además pueden conservarse otros microfósiles, de naturaleza no polínica, que pueden colaborar eficazmente en el conocimiento de los efectos de las influencias del pastoreo, incendios, cambios edáficos y climáticos, etc... aunque su cuantificación sea aún arriesgada (Carrión, 2003).

La razón de estos estudios es debido a que, durante los dos últimos millones de años se han producido una serie de alternancias entre fases glaciares y fases interglaciares. Estas fases tienen su origen en cambios orbitales de forma que, el descenso más o menos continuado de las temperaturas influye directamente en

la disponibilidad hídrica de las plantas y, por tanto, en la distribución de los bosques. De hecho, en el Norte de Europa, la mayor parte de las especies arbóreas y arbustivas desaparecieron de las zonas estrictamente glaciadas y de su entorno periglacial, donde predominaron fenómenos de congelación del suelo incompatibles con la existencia de un ecosistema forestal. Sin embargo en la zona mediterránea estos fenómenos se traducían en un aumento de la aridez, sobreviviendo en microclimas favorables producidos en las cadenas montañosas del Sur de Europa y cerca del mar. Pero en las fases interglaciares, los bosques de estas zonas de refugio ampliaban su espacio, colonizando poco a poco las regiones centrales y septentrionales, mediante procesos de migración a larga distancia.

Los objetivos del análisis polínico pueden (y deben) tener una perspectiva paleoecológica y, entre los estudios que desde este punto de vista se han realizado, se encuentran la elaboración de mapas de especies arbóreas en determinados momentos en el tiempo durante los últimos momentos; la interpretación de los cambios en la abundancia observados en la vegetación, evaluando los motivos que los han producido y la identificación de qué tipos de bosques actuales contienen

un porcentaje de los bosques originados antes de que el hombre los alterase.

Es por todo ello que la turbera de El Padul cobra gran importancia y ya desde la década de los 60, investigadores tales como Menéndez Amor y Florschütz y los franceses Pons y Reille en 1986 y 1988 se ocuparon de estudiar esta turbera y llegar a las conclusiones que se han expuesto aquí acerca de la vegetación, que más detalladamente serían:

1. Tres zonas inferiores del Würm medio (29.300-23.600 años), con vegetación de medio árido. Con *Pinus* y *Juniperus*. El Würm es el nombre que recibe la última fase glacial.
2. Würm final (19.800-15.000 años), con vegetación parecida a la anterior. Con *Pinus*.
3. Dryas antiguo (15.000-13.000 años), donde disminuye la presencia de los pinos y suben las gramíneas.
4. Tardiglacial (13.000-11.030 años) Progresión del *Quercus* caducifolio (robles), *Quercus* tipo *ilex* y *Pistacia*. Descienden los pinos.
5. Dryas reciente (11.000-10.000 años). Desciende el *Quercus* tipo *ilex*.
6. Holoceno (10.000-4.450 años)

Altamira

Altamira representa un hito en la cultura humana. Esta cueva posee una importante representación de las pinturas rupestres del Paleolítico de hace aproximadamente unos 15.000 años y fueron descubiertas en 1.879 por Marcelino Sanz Sautuola. Las cuevas de Altamira se encuentran a 2 km del casco urbano de Santillana del Mar, en Cantabria, aunque en esta Comunidad no son las únicas visitables y con pinturas rupestres.

A partir de los años 70, el gran interés del público por visitarlas hace que aumente la preocupación por el descenso de humedad y el aumento de la contaminación microbiológica, hasta que en 1.977 se cierra al público. En 1.979 el Ministerio de Cultura crea el Museo Nacional y Centro de Investigaciones de Altamira como instrumento científico y administrativo para la gestión y conservación de la cueva de Altamira, que se inaugura en el año 2.001.

En la actualidad, la cueva de Altamira está cerrada al público, debido a los estudios de conservación de la Cueva Original que en ella se están realizando, con mediciones de parámetros ambientales y grado de conservación microbiológica, con el objetivo de establecer las condiciones reales de conservación. Si las conclusiones del

estudio lo permiten, las visitas se reanudarían en el año 2.005.

Entre las pinturas que se conservan en la cueva, descubiertas por la hija de Sautuola mientras acompañaba a su padre en la visita a la cueva, se encuentra una amplia representación de la fauna de la época, tales como bisontes, ciervos, jabalíes y caballos, localizados sobre todo en el techo y dibujados con ocre natural de color rojo, contorneados de negro, así como varias huellas de manos. Una característica de las pinturas, además de su buena conservación, es el aprovechamiento del pintor de las partes salientes de la cueva para intentar cierto relieve en las figuras.

También se han encontrado instrumentos de piedra, de hueso o asta en la entrada, de lo que se deduce que fue utilizada como lugar de habitación, con una datación procedente del Solutrense superior al Magdaleniense inferior. Posteriormente, en el Magdaleniense medio, una parte de la bóveda se hundió y la cueva fue abandonada por sus habitantes.

Todo el conjunto de unas cien figuras pintadas, impresiona por el vivo realismo de los animales representados, que representan uno de los logros culturales del Paleolítico y que posee, desde 1.985, el título de Patrimonio de la Humanidad.

Para saber más

<http://www.ugr.es/~estratig/links.htm>
Enlaces paleo.

<http://palaeo.gly.bris.ac.uk/Palaeofiles/Lagerstatten/Lashoyas/lasindex.html>
Hoyas

<http://www.ucm.es/info/paleo/docencia/puertollano/ptollano.htm>
Puertollano

<http://dieselito.eresmas.com/menu.html>
Padul

<http://www.adurcal.com/enlaces/cultura/zona/Historia/padul/antiguos.htm#autor>
Padul

<http://waste.ideal.es/orce3.htm> Orce.
Hay 1, 2 y 3.

<http://www.orce.es/>

<http://www.hombredeorce.com/>

http://www.larioja.org/turismo/viajar/rutas/dino_enciso.htm

<http://www.encisonet.com/>

<http://www.cmrioja.es/prehistoria/ruta.htm> El Enciso.

<http://museodealtamira.mcu.es/indexprova.html>

<http://www.cantabriainter.net/cantabria/lugares/cuevasaltamira.htm>
Altamira.

<http://www.turcantabria.com/Datos/Historia-Arte/Cuevas/Cuevas%20Altamira/altamira-i.htm> en inglés.

<http://www.comadrid.es/dgpha/actuaciones/indexactuaciones.htm> Cerro de Los Batallones.

<http://waste.ideal.es/primeuro.htm> El Vallés y otros.

<http://canales.laverdad.es/guiaocio/rutas120403.htm> K/T en España.

<http://www.quercus.es/airquercus/03septiembre/Articulos/fosiles.htm>
Rubielos de Mora.

<http://www.insectariumvirtual.com/entrevista/entrevicente/htm/entrevicente.htm>
Vicente Ortuño, ámbar.

<http://www.juntadeandalucia.es/cultura/iaph/publicaciones/dossiers/dossier06/puntosdossier6.html>
Paleobiología.

<http://www.el-mundo.es/larevista/num142/textos/atara1.html>

<http://www.abc.es/especiales/index.asp?cid=7982> Peñacerrada

<http://www.educarm.es/paleontologia/html/linan.htm> Cámbrico en España.

Liñán. 1) <http://www.juntadeandalucia.es/cultura/iaph/publicaciones/dossiers/dossier06/dossier6art1.html>
Patrimonio paleontológico en España.

<http://www.ctv.es/USERS/hacinas/arbolesfosiles/Aragoncillo.html>
Aragoncillo.

<http://www.navasdeestena.org/>
Navas de Estena, Cámbrico-
Ordovícico.

<http://www.ucm.es/info/paleo/ata/portada.htm>

<http://www.atapuerca.com/>

Depto. de Química. Universidad de
la Rioja.

<http://www.encisonet.com/pg/museo.html>

<http://www.nmnh.si.edu/paleo/blast/forams.htm> Pre y post impact foram
photos.

<http://www.aet.org/ecosistemas/033/revision1.htm>

Biodiversidad: ¿existen seres vivos sin descubrir en nuestro planeta?

Objetivo del tema

De forma intuitiva, se puede entender la biodiversidad como cuántos tipos de organismos distintos existen en la actualidad, aunque esta definición hay que jerarquizarla en tres niveles: variación genética en distintas poblaciones de la misma especie, número de especies y el del número de ecosistemas que habitan. Este tema pretende servir para comprender el concepto de Biodiversidad y comprobar que, aunque muchos compartimos el Planeta, todavía no sabemos cuántos somos...

Definiciones de la Biodiversidad

En el Convenio de Río, celebrado en 1992, se definió la biodiversidad como la variedad de organismos vivos de cualquier tipo, incluyendo los ecosistemas terrestres y marinos, y otros ecosistemas acuáticos tanto como los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre especies y de los ecosistemas. Incluye también las razas, variedades y formas biológicas conseguidas a lo largo de la historia de la Humanidad.

Por lo tanto, el concepto de biodiversidad o de diversidad biológica, no es sencillo de entender, ya que tiene al menos tres niveles que, combinados, definirían la totalidad de la diversidad:

* Diversidad intraespecífica: en la que la diversidad genética no es la misma en dos poblaciones diferentes de la misma especie. Se conoce también como diversidad genética intraespecífica, al nivel de ADN.

* Diversidad interespecífica: en la que el número de especies varía en distintos ecosistemas. Se refiere a la variedad de especies en cada ecosistema.

* Diversidad de ecosistemas: en este nivel superior, en un área determinada pueden estar albergados mayor o menor variedad de ecosistemas diferentes, por ejemplo desierto + zona alpina + selva húmeda y, la mayor variedad irá generalmente asociada a un incremento en los otros tipos de diversidad mencionados.

Estos tres niveles significan, por tanto, que la biodiversidad no es simplemente el número de especies. El conocimiento de la biodiversidad se aproxima más a estimar el número de genes diferentes presentes por unidad determinada de terreno. Sin embargo, no se puede solamente contar las especies presentes en el

ecosistema o área de interés. No todas las especies tienen igual valor, por dos motivos:

* Dos especies emparentadas comparten una alta proporción de su información genética. Esto conduce a la noción de diversidad taxonómica, en la que dados dos ecosistemas con dos especies, existe mayor diversidad genética en aquel hábitat en el que las dos especies se encuentran más alejadas entre sí desde un punto de vista filogenético.

* Hay que considerar la posibilidad de valorar de distinta forma la información genética portada por diferentes especies. Cierta especie puede ser exclusiva de un área geográfica, es decir, lo que se denomina especie endémica. Su desaparición implica la pérdida de información genética que tardó largos periodos de tiempo en establecerse. Por lo tanto, factores como el tamaño del área de distribución, o el tamaño de la población total de las especies deben considerarse al medir la biodiversidad de un punto concreto.

Pero ¿sabemos cuántos somos?

En honor a la verdad, no sabemos con exactitud cuántas especies de animales (es decir, sin contabilizar las plantas) habitan actualmente nuestro Planeta y los números se

derivan de estimaciones. Una de éstas arroja un número de 2 a 2,5 millones, es decir, al menos el doble de las catalogadas, que es una cifra aproximada de un millón. Aunque muchos textos clásicos de zoología general ofrecen sus estimaciones ordenadas taxonómicamente por clases, órdenes, etc..., estas cifras se basan en recuentos aproximados, generalmente tomados de otras fuentes anteriores.



Guanacos. Tomada de:
<http://www.iadb.org/idbamerica/archive/stories/2000/eng/JUN00E/f60029.jpg>

Una parte de este desconocimiento se debe simplemente a la falta de investigación. La atención que se dedica a distintos grupos de animales es muy diferente, ya que el número de publicaciones anuales sobre mamíferos marinos, por ejemplo, multiplica por varias decenas los artículos acerca de insectos artrópodos.

Así que ¿de dónde salen los números estimados?. Las cifras se obtienen mediante diversos métodos matemáticos, como por ejemplo extrapolando a partir de los datos de países con fauna bien conocida, calculando la tendencia de la curva de acumulación de especies descritas anualmente para cada gran grupo. Entre estos países que conocen bien su fauna, desde luego no está España y, los datos estimados a través del método de la extrapolación se calculan alrededor de unas 60.000 especies, de entre las 80-85.000 especies pluricelulares existentes en total (de momento).

Se han realizado otras estimaciones por otros métodos, todos los cuales son necesariamente imprecisos, debido a que, al no dedicar suficiente esfuerzo de investigación taxonómica básica y, al mismo tiempo, seguimos aumentando la presión sobre los ecosistemas, causándoles tasas de extinción muy altas, nunca podremos saber exactamente cuántas especies de animales habitaron la tierra al mismo tiempo que Homo sapiens.

Para saber más:

<http://darwin.bio.uci.edu/~sustain/bio65/Titlepage.htm> Biodiversidad y Conservación, libro hipertexto de Peter J. Bryant.

http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/egb/diversidad.htm Página de Enrique García-Barros.

http://www.euskadi.net/vima_sostenibilidad_local/dsostenible_c.htm Desarrollo sostenible. Documentos de referencia. Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente del Gobierno Vasco.

http://ofdp_rd.tripod.com/ambiente/curso/biodiv.html Curso de Biodiversidad. Autor: Francisco Heras Hernández.

<http://entomologia.rediris.es/introent/index.htm> Guía rápida para entomólogos, enfoque hacia la biodiversidad.

<http://www.ecoportal.net/content/view/full/215> Biodiversidad, otro enfoque.

<http://www.biologia.org/> Interesante para consultar.

Biociencias español.
<http://www.biociencias.com/>

Biología en Internet.
<http://www.biologia-en-internet.com/>

¿Qué es la Vida sin Evolución?

Objetivo del tema

No se puede entender la vida en nuestro planeta sin hablar de evolución. Es imprescindible en cualquiera de las ciencias de la vida, en cualquiera de sus escalas, desde la Biología Molecular hasta la Zoología. Los seres vivos llevan intrínseca la evolución y no se pueden entender los primeros sin la segunda. Por ello, es muy difícil aislar como tal un tema como la evolución y, sinceramente, creo que no soy la más indicada para tamaña empresa. Por tanto, como objetivo de esta cuestión se intentará exponer el desarrollo de las ideas y teorías de la evolución que, inevitablemente, debe hacerse desde el punto de vista histórico.

Antes de Darwin...

Más que teorías o hipótesis, se podría decir que antes de que Darwin publicase en 1.859 su *Origen de las especies*, el planteamiento filosófico se debía más a un dogma de fe que a una búsqueda científica de pruebas sobre la evolución. O, mejor dicho, la interpretación de cualquier observación científica se realizaba bajo la óptica cristiana, a saber:

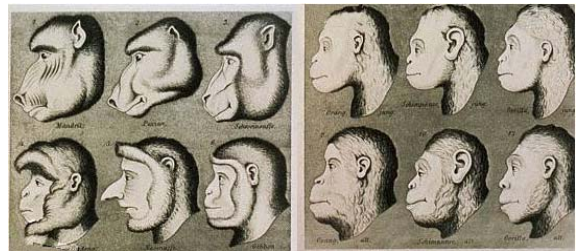
* El mundo es constante.

* Este mundo constante ha sido creado.

* El diseño de esta creación pertenece al Creador bueno y sabio.

* En el mundo creado, el hombre tiene una posición única.

Como ideas no religiosas prevalecía una filosofía esencialista de los hechos y observaciones de la Naturaleza, es decir, ésta tiene tipos, o especies, o clases creados en momentos concretos y sin transición entre ellos.



Teorías Predarwinistas sobre la evolución. “Cadena de Especies”. Tomado de: http://sepiensa.org.mx/contenidos/historia_mundo/prehist/evolucion/evol_1.htm

Si éstas son, muy resumidas, las líneas fundamentales de pensamiento hasta el siglo XVIII, en la centuria siguiente, la Inglaterra victoriana tiembla hasta sus cimientos con las nuevas teorías. Hasta entonces, la doctrina cristiana, en la persona del obispo Usher y basado en el estudio de la Biblia, ponía fecha a la creación del mundo en unos pocos miles de años, concretamente en el año 4004 antes de Cristo, que, según él, casualmente era un viernes 23 de Octubre a las 9.00 de la mañana. Todo lo que saliese de este único

acto de la creación y cuestionase los sagrados textos se consideraba blasfemia.

Pero a lo largo de los siglos XVIII y XIX se habían encontrado elementos con un vago parecido a animales existentes, es decir, restos fósiles. ¿Cómo se interpretaba la existencia de los fósiles? Pues de formas variadas y, en nuestros días hoy se consideran surrealistas. Para algunos, eran restos de dragones y otros monstruos. Para otros, la fuerza vital de la Tierra producía imágenes de las creaciones de Dios. Cuando se puso en evidencia que tanta similitud debía obedecer a otras causas, el argumento utilizado para la existencia de los fósiles fue llevado, una vez más, a la Biblia: los fósiles eran los restos de los animales que se ahogaron en el Diluvio Universal y que quedaron enterrados en los sedimentos producidos por la inundación.

Esta línea de pensamiento, denominada *catastrofismo*, tuvo en George Cuvier a uno de sus más acérrimos defensores. Cuando muchos geólogos comenzaron a dudar que todas las capas de estratos hubiesen sido causadas por el diluvio, es decir, en un mismo tiempo (teniendo en cuenta, además, la “juventud” del mundo), la doctrina religiosa tuvo que aceptar que, posiblemente, hubiese habido más de

un diluvio, pero que no todos fuesen recogidos en el Génesis.



George Cuvier, padre del Catastrofismo.

Tomado de:

<http://www.nceas.ucsb.edu/~alroy/lefa/Cuvier.jpg>

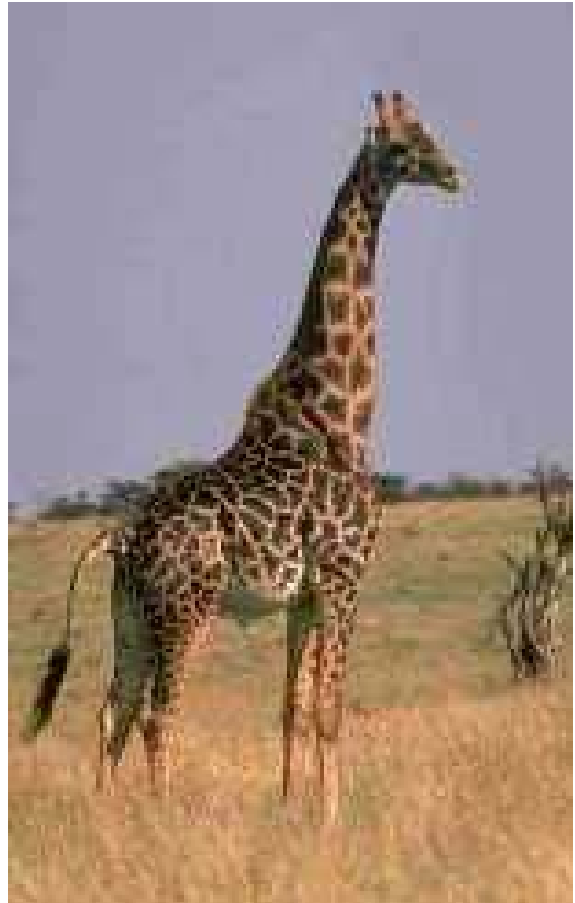
A la curia eclesiástica tampoco le era demasiado agradable la idea de la extinción de las especies, por lo cual la forma de compaginar fósiles y creación divina fue el argumento de que posiblemente existiesen, pero en las regiones inexploradas del planeta. Argumento que cayó por su propio peso con el avance en los descubrimientos paleontológicos.

Estos descubrimientos permitieron seguir desarrollando hipótesis y

teorías que, aún hoy día siguen vigentes. Uno de los científicos que colaboró en el desarrollo de estas teorías fue Charles Lyell, que describió el registro geológico en términos de procesos modernos a través del principio del *actualismo*, también conocido como uniformismo: “el presente es la llave del pasado”. Además, para Lyell los procesos biológicos se debían a que, cada especie se originaba de una sola pareja y cada especie se multiplicaba y dispersaba en una zona determinada y durante un espacio concreto. La extinción era explicable por cambios en el ambiente físico y, los cambios locales solo se debían a cambios en la distribución.

Otro de los protagonistas del siglo XVIII y principios del XIX es Jean-Baptiste Antoine de Monet, caballero de Lamarck o, conocido simplemente como Lamarck, que sentó las bases de lo que él denominó *transformismo*, según el cual, la naturaraleza era como una cadena y cada eslabón, las especies ordenadas en complejidad ascendente, desde las más simples a las más complejas. La novedad del transformismo es que cada una de estas especies era susceptible en convertirse en otro eslabón más complejo a lo largo de la cadena. Uno de los ejemplos más conocidos de Lamarck es el alargamiento del cuello de las jirafas, para alcanzar las hojas más altas de

los árboles, que explicaba a través de la voluntad de perfección que poseía el animal y el uso del cuello para conseguirlo.



El Lamarckismo explica que la longitud del cuello de la jirafa es una adaptación de la especie para alcanzar las ramas altas de los árboles. Tomado de:

<http://necsi.org/projects/evolution/lamarck/intro/giraffe.jpg>

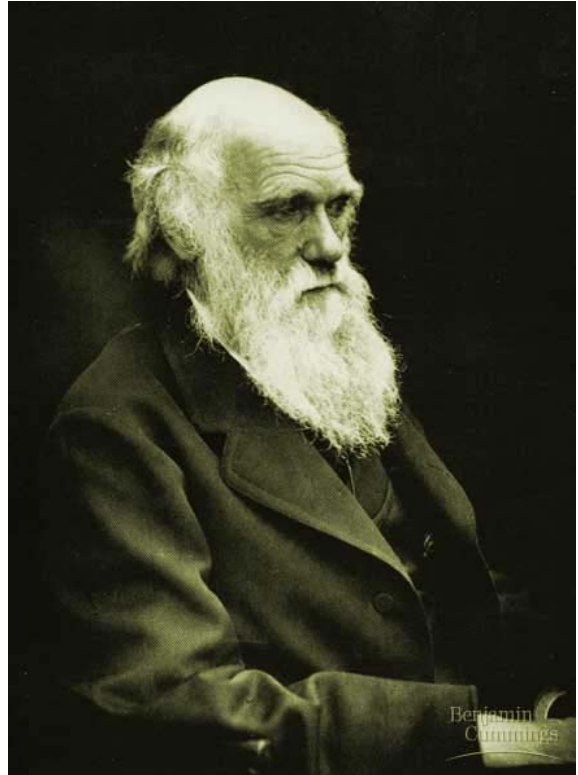
Esta explicación suponía la falta de participación de Dios como único creador en un solo momento. En resumen, Lamarck fomentó la idea de cambios en las especies pero falló en la explicación de los mecanismos.

La selección natural: Teoría de Darwin

Charles Darwin era hijo y nieto de médicos, de clase acomodada nacido en la Inglaterra del siglo XIX. Ya desde joven mostró un interés particular por las ciencias naturales, aunque su padre le tenía destinado a la carrera eclesiástica. Debido a su afición al coleccionismo, fue aceptado como naturalista de a bordo del HMS Beagle, capitaneado por James Fitzroy, en un viaje de exploración que duró cinco años, entre 1831 y 1836.

Darwin ya tenía las ideas muy claras respecto a los cambios biológicos aunque no las publicó hasta después de 20 años, por un lado debido a su frágil estado de salud y, por otro, por la necesidad de que sus teorías fuesen irrefutables con los datos recopilados a partir de las observaciones en su viaje. Las conclusiones que obtuvo eran que los caracteres adquiridos (como el cuello de las jirafas) podían ser heredados y que la selección natural era la responsable de las variaciones, de forma que el uso o el desuso de los distintos órganos modificaban su estructura y funcionamiento. Aunque, al igual que Lyell, consideraba a las especies como formas temporales, para Darwin estaban en continuo cambio gradual, consecuencia de adaptaciones a

pequeña escala, debida a las interacciones con otras especies.

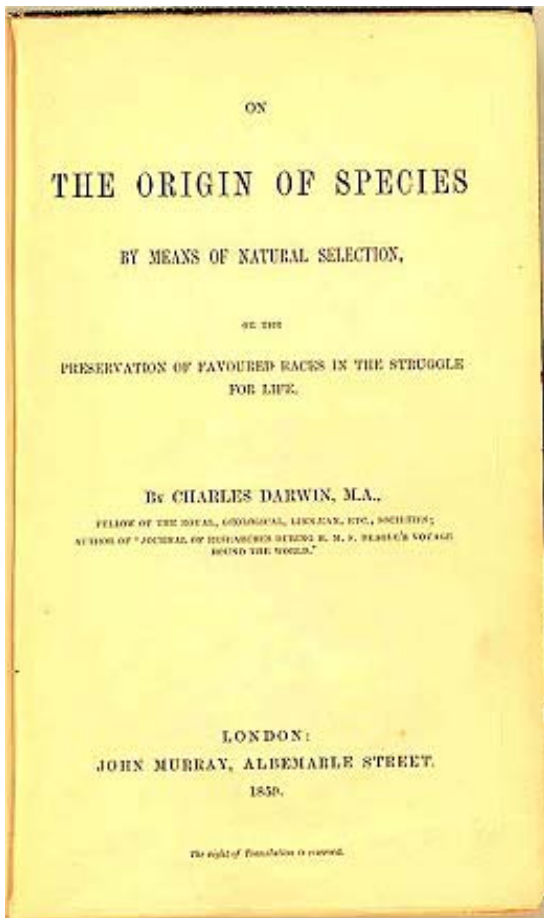


Charles Darwin. Tomado de:

<http://www.bio.miami.edu/dana/160/darwin.jp>

Posiblemente Darwin no hubiese publicado sus tesis si no hubiese sido porque se dio cuenta de que otro naturalista, Alfred Rusell Wallace, llegó a las mismas conclusiones que él de forma independiente. Wallace fue contemporáneo de Darwin y sus estudios se centraron en las selvas del sudeste asiático, en las islas malayas de Borneo y las Célebes. Cuando en 1858 envía a Darwin un ensayo sobre sus trabajos sobre selección natural, al año siguiente Darwin publica “El origen de las

especies según la selección natural”, libro que alcanzó gran éxito (y removi6 muchos dogmas) y ligaron su nombre al del padre de la teoría evolucionista.



La obra de Darwin, “El Origen de las Especies”. Tomado de:

http://web.lemoyne.edu/~hevern/psy101_04S/psy101graphics/darwin_origins.jpg

Los enunciados de Darwin se pueden condensar en la Teoría de la descendencia con modificación y en la Teoría de la selección natural. La primera de ellas dice:

* Todos los seres vivos han evolucionado desde uno o unos

pocos tipos simples de organismos.

* Las especies evolucionan desde especies pre-existentes.

* La aparición de las especies es gradual y tarda mucho tiempo en producirse.

* Las jerarquías taxonómicas de rango superior (géneros, familias, órdenes, subclases, clases,..) evolucionan por los mismos mecanismos evolutivos responsables de la evolución de las especies.

* Cuanto mayores sean las similitudes entre taxones, mayor será la relación que existe entre ellos y menor su divergencia en el tiempo.

* La extinción es el resultado de la competencia interespecífica.

* El registro geológico es incompleto. La ausencia de formas de transición se debe a estas lagunas en el mismo.

La teoría de la selección natural:

* El número de individuos en las poblaciones tiende a incrementarse de forma geométrica.

* Dicho número, no obstante, suele permanecer estable porque el ambiente tiene recursos limitado y, por tanto, solo una fracción de la descendencia sobrevivirá y se reproducirá con éxito.

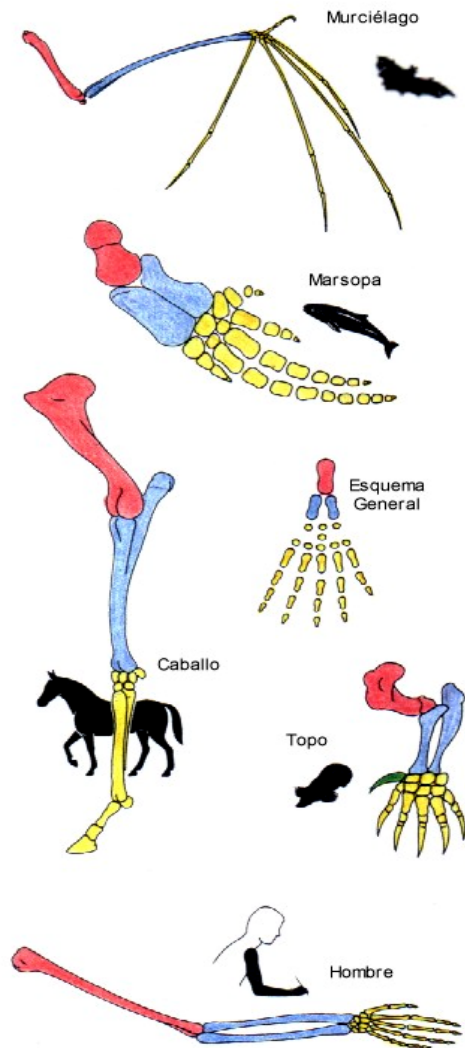
* Aquellos que sobreviven y se reproducen difieren de aquellos que mueren, porque los individuos en una población no son idénticos debido a la variación heredada.

* La probabilidad de sobrevivir y reproducirse determina qué variaciones serán las que perpetuarán la especie.

* La selección natural resulta de la acumulación de caracteres heredables ventajosos, eliminando aquellos que son desfavorables.

En poco tiempo, el hecho de la evolución de los seres vivos fue aceptado, aunque la selección natural aconteció de diferente manera. Aquellos que eran seguidores del plan divino se dedicaron a atacarle, en muchas ocasiones incluso con sorna. Entre éstos estaban Richard Owen, anatomista inglés a que se le atribuye el descubrimiento de los dinosaurios y Louis Agassiz, profesor de Harvard en Zoología Comparada, que se basaba en la discontinuidad del registro fósil, como el resultado de varios episodios en la creación. Sin embargo, Darwin también tenía defensores, como Thomas Henry Huxley, profesor del Real Colegio de Médicos y Presidente de la Royal Society, que se llamaba a sí mismo “el bulldog de Darwin”, recopiló pruebas para

apoyar las teorías de Darwin y publicó en 1863 “Evidencias de la situación del hombre en la Naturaleza”.



Adaptación en vertebrados. Tomado de: <http://www.educarm.es/paleontologia/imagenes/esquemaevu.jpg>

Otras teorías contemporáneas con Darwin.

Además de Owen y Agassiz, muchos científicos continuaban negando el gradualismo que implicaba la

selección natural darwiniana. Para ellos, como por ejemplo Bateson, era más conciliadora con la mentalidad de la época el concepto del *saltacionismo*: la producción de nuevas especies se realizaba por medio de saltos. Otras hipótesis saltacionistas exponían:

* Las especies extintas se reemplazan por especies de nueva creación, pertenecientes al mismo nivel (Lyell).

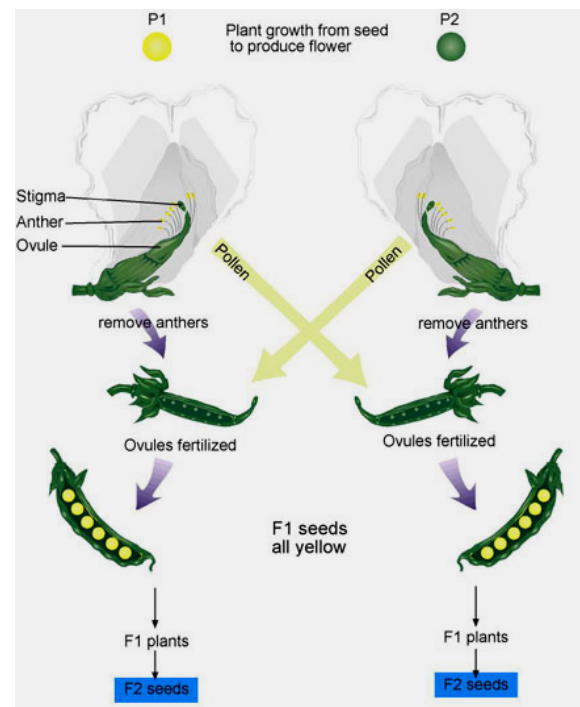
* Las especies extintas se reemplazan por otras de nueva creación con niveles superiores de organización, hipótesis denominada *progresionismo* defendida por Buckland, Miller y Agassiz.

* Las nuevas especies se originan por saltaciones de especies preexistentes. Defendido por Saint-Hilaire, Galton y Goldschidt.

Sin embargo, en 1895 Gregor Mendel descubre las leyes de la herencia y el desarrollo de la genética, a través de sus conocidos trabajos con cruces de plantas de guisantes. Los caracteres transmitidos de una a otra generación se ubican en los cromosomas, se combinan durante la reproducción en el cigoto, siguiendo las leyes de la probabilidad y mantienen la variabilidad genética.

Darwin, desconocedor del trabajo de Mendel, pensaba que el origen de la

variación se debía a la herencia de las mezclas, en la que los factores heredables estaban en los fluidos corporales, donde se mezclaban los caracteres parentales como lo hacen dos líquidos. Esta versión darwiniana sobre la variación se denominó *pangénesis*, en la que los caracteres heredables se encontraban en unas gémulas que circulaban por los fluidos corporales hasta los órganos sexuales, donde se mezclaban y transmitían durante la fecundación.



Estudios llevados a cabo por Mendel.

Tomado de:

<http://www.usask.ca/biology/rank/demo/mendel/fig6.jpg>

Esta idea fue desbancada por Hugo de Vries, investigador que elaboró su propia teoría de la evolución, a la que llamó *mutacionismo*, en la que la

creación de especies se debían a mutaciones, es decir, alteraciones o cambios en la información genética de un ser vivo, que produce cambios en una o varias características de manera súbita y que pueden ser heredables.

Basada en la teoría mutacionista de De Vries, más recientemente se ha descrito el *modelo de los equilibrios puntuados*, por Eldredge y Gould en 1972, que se diferencia en que explican de diferente forma la especiación rápida, en vez de por mutaciones, por aislamiento geográfico, basándose en cambios morfológicos y no moleculares: la aparición súbita de nuevas especies fósiles refleja que su formación se sigue a través de explosiones evolutivas, después de los cuales la especie sufrirá pocos cambios durante millones de años. De esta manera, los puntualistas niegan que el registro fósil sea incompleto.

Teorías actuales: Neodarwismo

Los nuevos descubrimientos han servido para fundamentar algunos de los puntos más débiles encontrados en el trabajo de Darwin. En la década de los años 30 del siglo XX, se aplicaron los hallazgos de la Genética (con T. H. Morgan, como principal artífice) para dar una explicación de cómo se originaban

los cambios sobre los actuaba la selección natural y cómo se transmitían esos cambios a la descendencia. Nació así el “Neodarwinismo” o “Teoría Sintética de la Evolución”. A afianzar esta nueva síntesis, contribuyó de manera notable un bagaje estadístico desarrollado por R. A. Fisher (1930) y S. Wright (1931), entre otros.



Thomas Hunt Morgan. Tomado de: <http://evolutionibus.eresmas.net/neodarwinismo.html>

Entre 1936 y 1947 se llegó a un consenso entre diversas ramas de la biología, que se basó sobre dos conclusiones: que la evolución es gradual y se puede explicar por selección natural actuando sobre pequeños cambios genéticos y su recombinación, y que, considerando a las especies como conjuntos de poblaciones reproductivamente aisladas entre sí y analizando su ecología, se podía explicar el origen de la diversidad taxonómica como

consistente con los mecanismos genéticos conocidos y con las evidencias de los naturalistas. Se recuperó así el paradigma darwinista que se inició con la publicación de la obra de T. Dobzhansky “Genética y el origen de las especies” de 1937.

Alrededor de los años 60, se hizo bastante hincapié en la existencia de variación genética neutra para la selección (Kimura, 1960). Esta teoría, el “Neutralismo”, se basa en la existencia de ADN repetitivo o que no es transcrito (neutro para la selección) y que ha sido interpretado como ADN parásito (Orgel y Crick, 1980). Crow y Kimura (1970) propusieron la neutralidad selectiva de la mayor parte de la variación genética conocida, planteando la posibilidad de que la evolución se debiera a la deriva genética. No obstante esta propuesta, muchos genetistas y evolucionistas aducen que gran parte del polimorfismo genético puede deberse a selección dependiente de la frecuencia (lo que se conoce como selección apostática), selección debida a la presión de parásitos, etc. El neutralismo parece haber perdido fuerza como alternativa seria a la selección natural.

En las últimas décadas del siglo pasado, tras la síntesis evolutiva, se ha producido una autentica explosión

de estudios muy variados, que han tenido una gran relevancia evolutiva. El progresivo desarrollo de la biología molecular y sus descubrimientos han llevado a afirmar dos conclusiones del darwinismo: que todos los organismos vivos compartimos el mismo código genético (ascendencia común) y que los cambios en las proteínas no afectan al material hereditario, el ADN. Sin embargo, estos descubrimientos recientes en relación con la herencia epigenética han hecho tambalearse esta última conclusión, abriendo una puerta a la posibilidad de que el ambiente pueda afectar directamente a la herencia de los organismos. Esta variación bajo presión ambiental, que ya no sería al azar, posteriormente se vería sometida a procesos selectivos (Jablonka y Lam, 1995).

Los descubrimientos, pues, de la biología molecular (organización del material genético, variabilidad genética en poblaciones naturales, la tasa histórica de mutaciones -reloj molecular-, etc...) están proporcionando un nuevo marco para encajar los procesos evolutivos.

Hoy en día son la macroevolución (evolución de los grupos taxonómicos superiores) (Eldredge, 1995) y la posibilidad de herencia epigenética, como acabamos de

mencionar, los temas que producen mayor debate y pueden, en el futuro modificar algunos de los supuestos del darwinismo, conduciendo hacia una teoría evolutiva más general, aunque el amplio principio de la selección natural como proceso generador de adaptación y diversificación, no parece que pueda ser rebatido.

Para saber más:

Carrión, José Sebastián (2003). Evolución Vegetal. Ed. DM. 497 pp.

Ganten, Detlev; Deichmann, Thomas y Spahl, Thilo (2004). Vida, Naturaleza y Ciencia. Todo lo que hay que saber. Santillana Ediciones Generales, S. L. Colección Taurus Pensamiento. 689 pp.

<http://evolutionibus.eresmas.net/EvolucionBiologica.html> La Evolución Biológica.

<http://bioinformatica.uab.es/divulgacio/evol.html> La Evolución Biológica. Antonio Barbadilla. UAB.

http://nti.educa.rcanaria.es/fundoro/es_confburek.htm Historia de la estratigrafía y de la edad de la Tierra. Cynthia Burek. Chester College.

http://www.iespana.es/natureduca/biolog_indice.htm Biografías.



Riesgos y Peligros Geológicos

Objetivos generales de los temas

Al igual que en las Ciencias de la Vida, las Ciencias de la Tierra constan de numerosas ramas y, muchas ellas tienen que ver con la definición de Geología: cómo se ha formado la Tierra, de qué está hecha, su historia y los cambios que han tenido lugar sobre ella y en ella.

Como no se pretende que esto sea un tratado de Geología, vamos a enfocar esta parte del proyecto en intentar conocer aquellas cuestiones que afectan o pueden afectar al hombre, visto desde el punto de vista geológico y estudiado por los geólogos, esto es, los riesgos geológicos naturales.

Definición de Riesgo y Peligro natural

Riesgo es el cálculo anticipado de pérdidas esperables (en vidas y en bienes), para un fenómeno de origen natural o tecnológico, que actúa sobre el conjunto social y sobre su infraestructura.

Peligro natural es la probabilidad de que ocurra un fenómeno potencialmente dañino dentro de un

periodo de tiempo especificado en un área dada.

También ha sido definido el riesgo como "la capacidad de daño (personal y material) de un fenómeno con respecto al tiempo. Si el tiempo es muy grande (por ejemplo miles de años), el riesgo es despreciable si se compara con la duración de una civilización" (Anguita & Serrano, 1993; Sanhueza & Vidal, 1996).

Por tanto, se puede decir que riesgo geológico es todo fenómeno geológico adverso a construcciones pasadas, presentes o futuras o el uso de tierras, significando un riesgo para la salud, seguridad pública o de sus bienes.

Clasificación de Riesgos Geológicos: endógenos y exógenos.

Los riesgos geológicos de índole natural, es decir, aquellos que no se producen en origen por la mano del hombre, aunque los pueda potenciar, pueden originarse desde el interior de la Tierra, debido a su estructura y, en conjunto reciben el nombre de endógenos, o bien proceden del exterior y se denominan exógenos.

Tablas de clasificación de los Riesgos:

RIESGOS GEOLÓGICOS ENDÓGENOS	
SÍSMICOS	VOLCÁNICOS
Terremotos	Volcanes
Tsunamis	Tipos de erupciones
Licuefacción o licuación	Lo que escupen los volcanes:
	Lavas
	Bombas, ceniza, lapilli
	Gases
	Tipos de edificios volcánicos y otras manifestaciones
	Peligros de los volcanes

Tabla 1. Riesgos geológicos endógenos.

RIESGOS GEOLÓGICOS EXÓGENOS	
ATMOSFÉRICOS E HIDROLÓGICOS	CÓSMICOS
Tormentas	Impacto de meteoritos
Granizo	
Ciclones y Huracanes	OTROS RIESGOS
Tornados	Suelos expansivos
Incendios naturales	Deslizamientos de tierras
Inundación costera	Desprendimiento de rocas
Desbordamientos de los ríos y sus cauces	Aludes de nieve
Erosión y sedimentación	Hundimiento de tierras
Salinización	
Desertificación y sequía	

Tabla 2. Riesgos geológicos exógenos.

Para saber más:

<http://www.oas.org/usde/publications/Unit/oea57s/begin.htm#Contents>
Tabla.

<http://www.unesco.org.uy/geo/campinaspdf/campinasprimeras.pdf>
Aspectos Geológicos de Protección Ambiental.

<http://www1.ceit.es/Asignaturas/Ecologia/Hipertexto/00General/IndiceGra1.html> Libro electrónico: Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Luis Echarri Prim. 1998, Ed. Teide.

<http://www.monografias.com/trabajos5/desmun/desmun.shtml#riesgo>

<http://www.mogensgallardo.com/riesgo/indice.html> Riesgos naturales y urbanismo

<http://www.lanzadera.com/masaestelar/> Planeta Tierra. Miranda Lopera J. Para los terremotos.

<http://www.plataforma.uchile.cl/fg/seestre2/2002/tierra/modulo4/clase3/texto/concept.htm> Conceptos básicos asociados a peligros naturales. Geología asociada al desarrollo urbano.

Los volcanes

Volcanes, esos gigantes ardientes

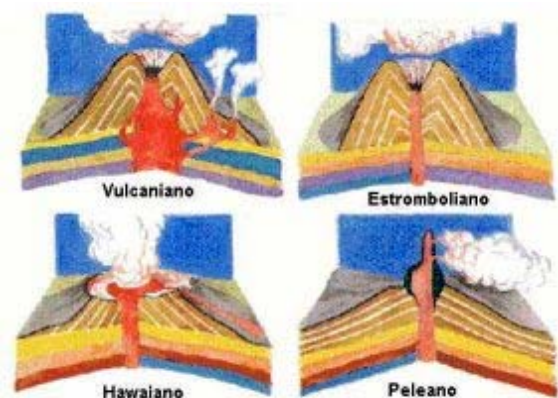
Su visión en activo es impresionante y hermosa, sus consecuencias pueden ser terribles, sobre todo si el hombre interfiere en su camino. Los volcanes agrupan distintas formas geológicas pero que poseen un origen común: se forman debido a la emisión, más o menos violenta, de material rocoso en estado fundido, mezclado con gases calientes sometidos a gran presión. Este material rocoso procede del interior de la Tierra, de la capa intermedia o manto, que se halla entre el núcleo y la corteza y, el conjunto de roca fundida recibe el nombre de magma el cual, se encuentra en continuo movimiento dentro del manto, en las denominadas células de convección.

La salida de magma y gases al exterior se produce a través de chimeneas o fracturas que, ya en superficie, se convierten en cráteres u otros edificios volcánicos, cuya forma depende de la violencia de expulsión del magma. El volcán tendrá una forma cónica si la salida de magma es explosiva o tendrá formas más suaves si la expulsión es tranquila. A su vez, el grado de violencia obedece a la composición mineral del magma, que puede ser más denso o más líquido.

Generalmente se mide por el porcentaje de sílice en su composición.

Tipos de erupciones

La actividad de los volcanes es variable, incluso dentro de un mismo volcán puede haber períodos en los que su actividad es distinta de la de otros tiempos. Se distinguen cuatro tipos básicos de actividad volcánica, en función de la viscosidad del magma y los gases asociados, los cuales reciben el nombre de los volcanes actuales que poseen característicamente tal tipo de actividad. Los criterios de clasificación varían de mayor a menor temperatura y de menor a mayor viscosidad. Toman los nombres de algunos conocidos volcanes y, en general son, los de tipo Hawaiano, Estromboliano, Vulcaniano y Peleano.



Tipos de Volcanes. Tomado de:
<http://www.terra.es/personal/agmh25/volcanes/c.htm>

CIENCIAS DE LA VIDA y DE LA TIERRA

Riesgos Geológicos Endógenos: Volcánicos

- El Hawaiano se caracteriza por lavas muy fluidas con pocos gases, liberados sosegadamente. El cráter está ocupado por un lago de lava. Predominan las coladas de lava. Su nombre procede de los volcanes de Hawaii.



Volcanes de Hawai. Tomado de:
<http://www.oya-es.net/reportajes/volcanes.htm>

- El Estromboliano posee también lava fluida en el cráter, pero de vez en cuando se proyectan bombas, lapilli y columnas de gases. Se caracterizan por lavas y escorias. Se denomina así por el volcán Strómboli, islas Aeolias, al Norte de Sicilia.

- El Vulcaniano contiene la lava más viscosa y densa, y rápidamente se encostra o solidifica en la superficie. La chimenea se tapona con facilidad, y los gases se acumulan saliendo violentamente. Es de tipo explosivo, predominando las nubes. La lava se pulveriza en cenizas. Toma su nombre de Vulcano, y son similares el Etna y Vesubio, en el mar Mediterráneo.



Ejemplo de Volcán Vulcaniano. Tomado de:
<http://cipres.cec.uchile.cl/~agallego/volcanes.html>

- El Peleano tiene una lava muy viscosa, que puede formar pitones o agujas de hasta 400 metros de altura que se deshacen al enfriarse. La explosividad es máxima. Se forman las devastadoras nubes ardientes que arrasan todo a su paso. Se llama así por el Mont Pelée, de la isla Martinica en las Antillas Menores.



Ejemplo de Volcán Peleano. Tomado de:
<http://www.cbi.edu.pe/actividades/cronograma/noviembre/fciencias/2003/II%C2%AA>
A/Peralta Gilda/WEB-
PERALTA/volcanes.htm

Lo que escupen los volcanes

Los materiales expulsados por los volcanes pueden ser de varios tipos, tales como lavas, bombas, lapilli y cenizas.

* Las *lavas* son flujos de magma y pueden ser aéreas o submarinas. Las aéreas se clasifican en tres tipos fundamentales: pahoehoe, aa y de superficie continua. Las dos primeras reciben el nombre con el que se las conoce en las islas Hawai. Las *pahoehoe* o lava cordada se forman a consecuencia de la solidificación de una delgada costra superficial, debajo de la cual continúa fluyendo la lava fundida, arrugando dicha costra. El aspecto que ofrece es parecido a una piel rugosa o al de una madeja de cuerdas. Por el contrario, las *aa* se caracterizan por presentar gran cantidad de bloques, que dan lugar a una formación denominada malpaís. Se originan al enfriarse la capa superficial, más gruesa que en las pahoehoe, y romperse en bloques que se amontonan unos sobre otros, movidos por el flujo de la lava fundida en el interior. El tercer tipo de lava, *superficie continua*, se opone al carácter rugoso de los otros dos. Se da en ciertas coladas de superficie lisa.

Por otra parte las lavas submarinas sufren un enfriamiento muy rápido debido al contacto con el agua

dándoles un aspecto muy típico de almohadilla de donde reciben el nombre de lavas *almohadilladas* o *pillow-lavas*.

* Las bombas, lapilli y cenizas (también denominadas tefra) son los piroclastos expulsados por el volcán, que se clasifican según su tamaño, de mayor a menor. Además de estos materiales sólidos, los volcanes liberan gran cantidad de gases, el más importante de los cuales es el vapor de agua, siguiéndole en importancia el CO₂, N₂, SH₂, CO, S y Cl, así como cantidades menores de ácido clorhídrico, cloruros, etc.

Tipos de edificios volcánicos y otras manifestaciones

La forma de los volcanes depende directamente de la composición del magma y de los gases expulsados. De esta manera se pueden diferenciar varios tipos:

* Estratovolcanes: representan los típicos conos volcánicos que están compuestos de una alternancia de capas de flujos de lava con material piroclástico. Suelen tener pendientes fuertes, resultado de esta alternancia de lava y cenizas. El ejemplo más característico de volcán estratificado en España es el Teide y en el resto del mundo están el Fuji Yama, Vesubio, Stromboli y el Kilimanjaro.

* Volcanes en escudo: en este caso, la forma del volcán se debe a la fluidez de la lava y su forma redondeada recuerda al escudo de un guerrero, con una gran superficie y pendientes suaves, sin ninguna actividad explosiva. Ejemplos claros son los volcanes hawaianos, como Kilauea y Mauna-Loa y el Etna, en la mediterránea isla de Sicilia.



Ejemplo de Volcán en escudo. Tomado de:
http://www.geology.sdsu.edu/how_volcanoes_work/Images/Pfeiffer/etna Nov02.jpg

* Calderas: consisten en depresiones que pueden alcanzar hasta varios kilómetros de diámetro, con un posible origen explosivo, de

hundimiento o de erosión. En la explosión o hundimiento, revienta el cono volcánico, cayendo el material al interior de la chimenea. Posteriormente, estas calderas pueden quedar anegadas por el agua, convirtiéndose en un lago. Ejemplos de calderas son el Krakatoa o el Lago del Cráter en Estados Unidos.

Cuando cesa la actuación volcánica, se producen manifestaciones de la actividad volcánica que las reemplazan, como son las fuentes termales, géysers, mofetas, solfataras y fumarolas.

* Las fuentes termales y los géysers son emanaciones generalmente intermitentes de vapor y agua a gran temperatura y ricas en sílice. Su salida en forma de chorro es debida al calentamiento del agua contenida en una grieta por su parte media o inferior; el agua trata de aumentar su volumen y ejerce presión hacia la superficie, siendo expulsada violentamente. Son famosos los géysers del Parque Nacional de Yellowstone, en Estados Unidos e Islandia.

* Las fumarolas son gases que emiten las lavas al alcanzar determinada temperatura. No poseen siempre la misma composición sino que depende de dicha temperatura.

* Las solfataras consisten en emisiones de vapor de agua y ácido

sulfhídrico. Las temperaturas de emisión no superan los 100° C. Las mofetas son un tipo de fumarolas que surgen a través de grietas del terreno y se manifiestan a través de los cráteres de los volcanes cuando ha cesado su actividad. Los gases emitidos son fríos.

Peligros que producen los volcanes

En primer lugar, hay que diferenciar dos términos, como son riesgo geológico y peligrosidad geológica. El primer caso implica la existencia de un daño sobre la población, así como su cuantificación, mientras que el segundo se refiere a la potencialidad de ocurrencia de un fenómeno natural debido a la existencia de condiciones geológicas y naturales, independientemente de la presencia o no de personas.

Como ejemplo, los flujos de lava son los fenómenos más conocidos y temidos, si bien comparativamente producen menos daño y pérdida de vidas que los otros tipos.

En la tabla siguiente, se muestra la peligrosidad de las emisiones volcánicas y los daños que pueden ocasionar en personas, infraestructuras y animales y plantas.

	<i>Tipo de daño en personas</i>	<i>Tipo de daño en obras de infraestructura</i>	<i>Tipo de daños en animales y vegetación</i>
Lluvia de cenizas	Peligroso. Oscurecimiento y contaminación del aire.	Contaminación de aguas, bloqueo de caminos, interrupción de ondas de radio y TV, corrosión y abrasión, colapso de estructuras.	Peligroso, con pérdidas de animales por decrecimiento de la cobertura vegetal.
Emisión de gases	Peligroso (depende de la distancia).	Contaminación del aire.	Peligroso para animales y plantas.
Flujos piroclásticos	Muy peligroso a letal.	Destrucción y rotura, formación de diques, aumentos de caudal de los cursos fluviales.	Muy peligroso a letal.
Coladas lávicas	Letal en la zona del flujo	Destrucción total en la zona del flujo.	Letal en la zona del flujo.

Tipos de daños provocados por las emisiones de los volcanes.

Tomado de: <http://www.ciencia-hoy.retina.ar/hoy60/volcanes.htm> Fernando X. Pereyra. Departamento de Ciencias Geológicas Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA. Ciencia Hoy, Volumen 10 - Nº 60- Diciembre 2000/Enero 2001.

Para saber más:

<http://www.oya-es.net/reportajes/volcanes.htm>

<http://www.monografias.com/trabajos/volcanes/volcanes.shtml>

http://www.iespana.es/natureduca/geol_indice.htm

<http://www.ciencia-hoy.retina.ar/hoy60/volcanes.htm>

<http://www.astromia.com/tierraluna/tipovolcanes.htm> Tipos de volcanes.

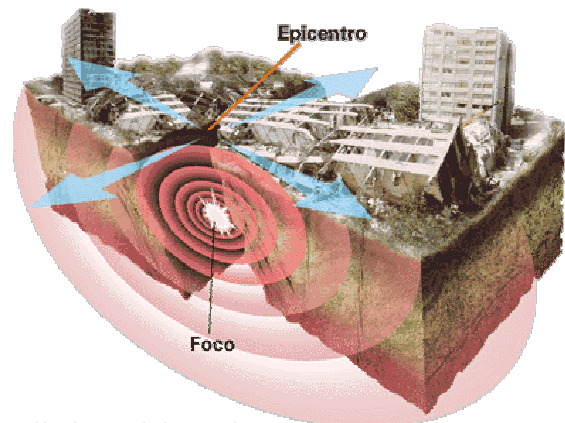
Terremotos

Objetivo del tema

El objetivo principal de este tema es conocer qué daños puede provocar en superficie los movimientos que se producen por debajo de la corteza de la Tierra. Esos movimientos pueden reflejarse en áreas terrestres o emergidas y provocan terremotos y otras consecuencias y, si se reflejan en áreas oceánicas o marinas, producen maremotos o tsunamis.

Considerados como riesgos endógenos, es decir, producidos en el interior de la Tierra, los terremotos se originan por la acumulación de tensiones de deformación de las capas de la Tierra, siendo liberadas de forma brusca. Se rompen masas de rocas que se encuentran sometidas a grandes presiones y estos materiales se reordenan, con la liberación de enorme energía, que hace temblar la Tierra. El foco de inicio es denominado *hipocentro* y se puede situar a diferentes profundidades, localizándose los más profundos incluso a 700 kilómetros. A partir de este foco, la energía se libera en forma de ondas, que se generan y propagan en todas direcciones de manera concéntrica, llegando al *epicentro*, que es el punto sobre la vertical más cercano a la superficie, donde llegan con la

máxima intensidad. Son especialmente frecuentes cerca de los bordes de las placas tectónicas que constituyen la corteza terrestre o litosfera. Las ondas sísmicas son, por tanto, ondas de propagación, porque transmiten la fuerza que se genera en el foco sísmico hasta el epicentro en proporción a la intensidad y magnitud de cada sismo.



Dibujo del origen de un terremoto. Localización del foco (hipocentro) y del epicentro. Tomado de: <http://www.feranet21.com.br/acontecimientos/2002/imagens/terremoto.gif>

Los terremotos pueden ser de diferentes tipos: aquellos que pueden ocurrir debido a erupciones volcánicas, como resultado de rápidos movimientos de magma, colapso de cavidades magmáticas o fisuramiento de las mismas durante el ascenso del magma por un dique o de la chimenea de un volcán; también aquellos que se producen por grandes deslizamientos de tierra; los hay por desplazamientos bruscos de roca durante trabajos de extracción minera, es decir,

provocados por el hombre, pero los más importantes, tanto en términos de tamaño (magnitud) como en número, son los terremotos tectónicos. Estos últimos son causados por un rápido deslizamiento que tiene lugar en las fallas geológicas o bien por un deslizamiento repentino en las zonas de contacto entre dos placas tectónicas.

¿Qué se mide en los terremotos?

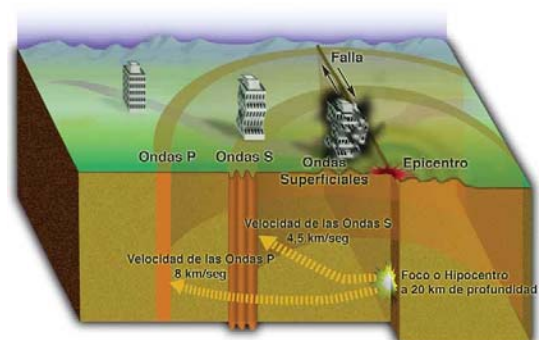
Hay varios parámetros cuantificables en los temblores. Está la *magnitud*, que describe el tamaño del terremoto, expresado en cantidad de energía liberada. La magnitud está referida en la escala Richter, de forma que cada incremento de una unidad, se libera 33 veces más de energía. Esta liberación puede depender de la ruptura de la falla o de la propagación del movimiento.

También es cuantificable la *intensidad*, como los efectos del temblor o la extensión de los daños en un área específica. La intensidad depende de la magnitud del seísmo y del tiempo de vibración, es decir de la cantidad de energía liberada, así como de la distancia de la zona afectada al epicentro o las características geológicas de la zona. Para medirla se utiliza la escala de Mercalli, que tiene 12 categorías de

intensidad de movimiento, expresadas en números romanos. Esta escala posee como inconvenientes su subjetividad, porque depende de la interpretación personal y de la calidad en las edificaciones de la zona afectada.

Tipos de ondas sísmicas

* Ondas P: ondas longitudinales o de compresión. Las partículas de una onda P oscilan en la dirección de propagación de la onda. Son parecidas a las ondas sonoras ordinarias, ya que pueden desplazarse por un medio sólido, líquido o magmático, atravesando manto y núcleo de la Tierra. Las ondas P son más rápidas que las ondas S, es decir, son las primeras que registran los sismógrafos al moverse en la misma dirección que la vibración de las partículas, con una velocidad de 8 a 12 km/s.



Bloque diagrama: distintas ondas generadas en un terremoto. Tomado de: <http://www.fpolar.org.ve/escien/09/12.jpg>

* Ondas S: ondas transversales u de cizalla. Las partículas de una onda

S oscilan perpendicularmente a la dirección de propagación. Dependen de los materiales que atraviesan y son rechazadas por el núcleo. Se distingue las ondas Sh, cuyas partículas oscilan en el plano horizontal y perpendicular a la dirección de propagación, y las ondas Sv, cuyas partículas oscilan en el plano vertical y perpendicular a la dirección de propagación, en un movimiento ondulatorio, transversal y perpendicular a la dirección de propagación y con una velocidad de 4 a 8 km/s. A partir del retraso entre el registro de las ondas P y las S, se puede determinar la distancia del foco del terremoto y el epicentro.

* Además de las ondas P y S, se pueden transmitir ondas L, que tienen períodos vibratorios más largos que las anteriores y consisten en una reflexión continua entre el límite superior y el inferior de las capas superficiales; en su símil, sería como una pelota rebotando en un conducto. Se desplazan más lentamente, a una velocidad de unos 3,5 km/s. Se pueden reconocer dos tipos de ondas L:

* Ondas de Rayleigh. Rayleigh predijo en 1885 la presencia de ondas superficiales calculando matemáticamente el movimiento de ondas planas en un espacio elástico. Las ondas de Rayleigh causan en las partículas afectadas movimientos

elípticos sobre planos verticales y en sentido opuesto a la dirección de propagación. En la superficie el movimiento de las partículas es retrógrado con respecto al avance de las ondas.

* Ondas de Love. E. H. Love, en 1911 descubrió la onda superficial, que lleva su nombre, estudiando el efecto de vibraciones elásticas a una capa superficial. Las ondas de Love son ondas de cizalla, que oscilan solo en el plano horizontal y producen una dislocación en las masas de la superficie o lugar donde se desarrollan, debido a la compresión y expansión alternativa del medio que atraviesan.

Tanto las ondas de Rayleigh como las ondas de Love se disipan a diferentes profundidades, según sus períodos de propagación; de su estudio se ha obtenido información importante para distinguir las estructuras continentales y oceánicas de la corteza terrestre. En general, los terremotos actúan de forma instantánea en un área extensa y las ondas sísmicas que provocan, especialmente las superficiales, causan la formación de fallas, desprendimientos de tierra, aparición y desaparición de surgencias de agua o manantiales, daños en construcciones y muertes humanas y animales. Son muy difíciles de

predecir y, en la actualidad, no hay sistemas eficaces para alertar a la población con tiempo de la inminencia de un sismo. Al año se producen alrededor de un millón de sismos, aunque la mayor parte son de tan pequeña intensidad que pasan desapercibidos.

Instrumentación sísmica

El instrumento más conocido de medición de sismos es el sismógrafo. Este aparato mide las vibraciones producidas por un terremoto, como la hora y la localización del epicentro, así como la magnitud y la profundidad.

Unos son péndulos verticales de gran peso, que inscriben el movimiento por medio de una aguja o estilete, sobre un papel ahumado. Otros son horizontales y al oscilar por la sacudida sísmica trazan un gráfico con una aguja sobre un papel ahumado arrollado a un tambor o cilindro que gira uniformemente.

El gráfico o sismograma puede también registrarse mediante un rayo de luz que incide sobre un papel fotográfico, en el cual van marcados los intervalos de tiempo por horas, minutos y segundos. Otros son péndulos invertidos llamados astáticos, constituidos por una gran masa, que permanece inmóvil, apoyada sobre un vástago.



Sismógrafo de la Red Sísmica de Puerto Rico.
Tomado de:
rmsismo.uprm.edu/.../Informacion.html

En la actualidad los sismógrafos son electromagnéticos, recogiendo el registro de los movimientos en cintas magnéticas que se pueden procesar y digitalizar por medio de computadoras. Mediante diversas observaciones y la comparación de datos de diferentes observatorios, se pueden trazar sobre un mapa las líneas isosistas, que unen los puntos en que se ha registrado el fenómeno con la misma intensidad y las homosistas, que unen todos los puntos en que la vibración se aprecia a la misma hora.

Sismógrafo de banda-ancha: en este tipo de sismógrafo, la respuesta a los movimientos es constante y en un amplio intervalo de frecuencias, entre 0,08 y 10 Hz.

Acelerógrafos: miden las características del movimiento del terreno producidas por un terremoto en el lugar donde se encuentra instalado el aparato. Poseen normalmente tres sensores, dos horizontales y uno vertical, que realizan registros digitales en medios sólidos y con un reloj interno para saber la hora a la que se producen los movimientos.

Observatorios sismológicos: en ellos se reúnen la instrumentación básica y avanzada para la adquisición, transmisión y tratamiento de las señales de sismicidad de una zona más o menos extensa, como puede ser mediante telemetría en tiempo real y estaciones digitales enlazadas en red. Normalmente consisten en una unidad central de registro y estaciones registradoras repartidas por el área que controla la unidad central, por medio de instrumentación que amplifica, modula y transmite la señal a la unidad central, para su estudio en un ordenador que tiene instalado software específico para estas tareas.

Predicción de los temblores

No se puede saber cuando se va a producir un temblor, ya que la predicción sísmica es una meta a largo plazo y, evidentemente, tampoco se pueden modificar las características de este fenómeno natural. Sin embargo, se considera una predicción sísmica formal a aquella en la que se indica el tiempo de ocurrencia, el sitio de ocurrencia y a qué profundidad y, la dimensión o magnitud del evento por ocurrir, incluidos todos estos parámetros con una indicación del error en cada valor dado. El tiempo de ocurrencia generalmente se proporciona como el intervalo más probable de que ocurra el acontecimiento. Además, se deben especificar los métodos empleados y la justificación científica de su empleo.



Consecuencias de uno de los terremotos de Turquía. Tomada de:
<http://www.ubp.edu.ar/per/docpt-2002/1-100-Turquia-Marmara.jpg>

En consecuencia, la protección de vidas y bienes, debe estar enfocada

hacia la reducción de la vulnerabilidad. Esto quiere decir que previamente debe evaluarse el probable nivel de peligro sísmico, reconocer los terrenos que por su naturaleza y origen son más susceptibles a efectos locales de amplificación de ondas y de deslizamientos, asentamientos y licuefacción de suelos, evitando en lo posible emplazar allí poblaciones e infraestructura crítica; construir edificaciones e instalaciones resistentes a las fuerzas de las vibraciones sísmicas (refuerzo de las existentes, diseño y construcción sismorresistente, redundancia en sistemas de líneas vitales); educar hacia el comportamiento defensivo durante y después de terremotos y preparar los sistemas de comunicaciones de emergencia que sirvan para mejorar la capacidad de socorro y rehabilitación en caso de un terremoto.

Las causas: Tectónica de placas

La corteza terrestre o litosfera se divide en bloques rígidos o placas litosféricas, que tienen espesores que oscilan entre los 120 km en las zonas continentales y los 65 km en las oceánicas. La mayoría de las placas litosféricas son mixtas, es decir, están entre zona continental y oceánica o, solo oceánica, pero no exclusivamente continental. Estas

placas se desplazan o flotan sobre la parte superior del manto terrestre, que es más plástico. Los bordes de las placas pueden sufrir destrucción, y la litosfera se incorpora de nuevo al manto fundido; pueden ser bordes constructivos, formándose material litosférico a partir del manto inferior, en las zonas conocidas como dorsales oceánicas, que, de paso, hacen que el océano se expanda o, “simplemente” pueden tener movimientos laterales, produciéndose fallas.

Para saber más:

<http://www.visionlearning.com/librariy/index.php?l=s> Visiolearning

<http://www.angelfire.com/co2/elbows2/> Terremotos. Escalas Richter y Mercalli.

<http://www.xtec.es/~amarrero/tectonic.html> Tectónica de Placas.

Vínculos complementarios:

<http://www.visionlearning.com/librariy/index.php?l=s> Visiolearning

<http://www.angelfire.com/co2/elbows2/> Terremotos. Escalas Richter y Mercalli.

Consecuencias derivadas: los Tsunamis.

Definición de Tsunami

La palabra tsunami procede del japonés *tsu*: puerto o bahía y *nami*: ola. Es una ola o serie de olas que se producen en una masa de agua al ser empujada violentamente por una fuerza que la desplaza verticalmente. Este término fue adoptado en un congreso en 1963.

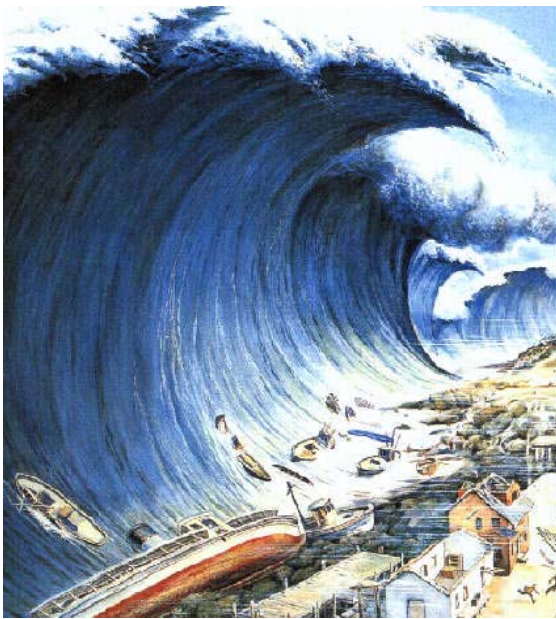


Ilustración de un Tsunami. Tomada de:
<http://home.t-online.de/home/svlg.gaildorf/welle.jpg>

Las causas por las que se pueden producir estos fenómenos son los terremotos, volcanes, derrumbes costeros o subterráneos e incluso, explosiones de gran magnitud. Los meteoritos también están entre las

probables causas de tsunamis, aunque no hay antecedentes confiables acerca de su ocurrencia, pero la onda expansiva que provocarían al entrar al océano o el impacto en el fondo marino, en caso de caer en zona de baja profundidad, son factores bastante defendibles como para pensar en ellos como ocasional causa de tsunami, especialmente si se trata de un meteorito de gran tamaño.

Antiguamente eran denominados “marejadas”, “maremotos” u “ondas sísmicas marinas”, pero estas expresiones han quedado obsoletas, ya que no describen adecuadamente el fenómeno. Las marejadas se producen normalmente por la acción del viento sobre la superficie del agua y las olas generadas tienen una ritmicidad de 20 segundos y como máximo suelen propagarse unos 150 metros tierra adentro, como observamos en los temporales o huracanes. De hecho la propagación está limitada por la distancia, de modo que va perdiendo intensidad al alejarnos del lugar donde el viento la está generando. El maremoto es un movimiento de marea, y tiene que ver con un desequilibrio oceánico provocado por la atracción gravitacional ejercida por los planetas, el sol y especialmente la luna. Las ondas sísmicas, por otra parte, implican un terremoto y ya

vimos que hay otras causas de generación de un tsunami.

Un tsunami generalmente no es detectado por las naves en alta mar y no tiene los peligrosos efectos que produce en las costas (las olas en alta mar son pequeñas) ni puede visualizarse desde la altura de un avión volando sobre el mar.

En el caso de los seísmos, los tsunamis pueden ser ocasionados por terremotos locales o por terremotos que ocurren a gran distancia. De ambos, los primeros son los que producen daños más devastadores debido a que no se cuenta con el tiempo suficiente para evacuar la zona (generalmente se producen entre 10 y 20 minutos después del terremoto) y a que el terremoto por sí mismo genera terror y caos, que hacen muy difícil emprender una evacuación organizada.



Ola gigante. Tomada de:
<http://www.greenscreen.org/newsletter/articles/images/tsunamisurf3.jpg>

Causas de los tsunamis

Como se señala anteriormente, los terremotos son la gran causa de tsunamis. Para que un terremoto origine un tsunami, el fondo marino debe ser movido abruptamente en sentido vertical, de modo que el océano es impulsado fuera de su equilibrio normal. Cuando esta inmensa masa de agua trata de recuperar su equilibrio, se generan las olas. La dimensión del tsunami estará determinada por la magnitud de la deformación vertical del fondo marino. No todos los terremotos generan tsunamis, sino sólo aquellos que ocurren bajo el lecho marino y que son capaces de deformarlo.

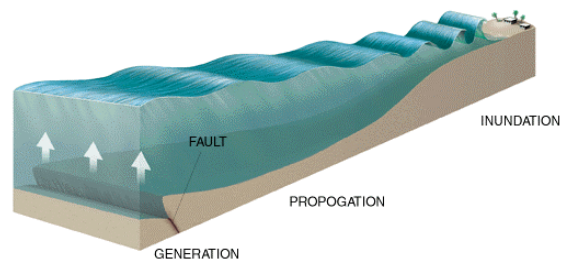


Ilustración de la generación de un Tsunami.

Tomada de:

http://www.e.kth.se/~e99_mge/bild1.gif

En mar abierto, lejos de la costa, es una sucesión de olas de pequeña altura, a escala centimétrica, que viaja a gran velocidad (casi a 1000 kilómetros por hora) sin embargo, al llegar a la costa y al haber menor profundidad, éstas reducen su

velocidad pero aumentan en altura y es cuando causan gran destrucción y numerosas víctimas.

Si bien en cualquier océano se pueden experimentar los tsunamis, es más frecuente que ocurran en el Océano Pacífico, cuyas márgenes son más comúnmente asiento de terremotos de magnitudes considerables (especialmente las costas de Chile, Perú y Japón). Además el tipo de fallas que ocurren entre las placas de Nazca y Sudamericana, llamadas de subducción, esto es, una placa se va deslizando bajo la otra, hacen más propicia la deformidad del fondo marino y por ende los tsunamis.

Aún así, se ha informado de tsunamis devastadores en los Océanos Atlántico e Índico, y también en el Mar Mediterráneo.

Las avalanchas, erupciones volcánicas y explosiones submarinas pueden ocasionar tsunamis que suelen disiparse rápidamente, sin alcanzar a provocar daños en sus márgenes continentales.

<http://geologiaucv.netfirms.com/Descargas/GeologiaMarina/Tsunami.htm>

<http://www.shoa.cl/>

<http://ssn.dgf.uchile.cl/informe/Maremoto1960.pdf> Cómo sobrevivir a un maremoto en 11 lecciones.

Para saber más:

<http://www.proteccioncivil.org/terremot.htm#2>

<http://www.angelfire.com/nt/tsunamis/>

***Otras consecuencias:
Licuefacción o licuación***

Definición y tipos

La licuefacción puede ser considerada como una consecuencia de los terremotos. En este fenómeno, los suelos no consolidados, no cohesivos o fácilmente disgregables y saturados en agua, se separan, debido a las vibraciones del terremoto perdiendo su resistencia de manera temporal. El sedimento cae hacia abajo y el agua de saturación tiende a salir como una fuente surgente, comportándose como material licuado, cuyo resultado es la producción de un desplazamiento o falla del terreno. Hay varios tipos de desplazamientos asociados a la licuefacción:

* Flujos de tierra: Los materiales del suelo se desplazan rápidamente cuesta abajo en un estado licuado, a veces causando coladas de barro o avalanchas.

* Flujo lateral: Desplazamiento limitado de las capas superficiales del suelo a favor de pendientes suaves o hacia superficies libres, como márgenes del río. En este tipo de desplazamientos, a menudo ocurre que las capas subsuperficiales están revestidas de suelos superficiales adecuados, por ejemplo, asfaltos. Cuando estas capas más profundas se

licuan, las capas superficiales del suelo a menudo se mueven lateralmente en bloques sólidos, tanto durante como después del seísmo, provocando una deformación permanente del suelo.

* Flotación: Objetos enterrados menos pesados que el suelo licuado desplazado, como tanques, buzones o tuberías de gravedad, ascienden a través del suelo y flotan en la superficie.

* Pérdida de resistencia de soporte: Reducción de la capacidad de soporte de los cimientos debido al debilitamiento del material del suelo subyacente o colindante que puede hacer que las estructuras se hundan.



Efecto de licuación como consecuencia del terremoto Kobe en Japón (1995) Escala 7.2 Richter. Tomada de:

<http://www.pcivil.gov.ve/terremoto.html>

¿Por qué se licúan los suelos?

Los factores que aumentan la probabilidad de que el terreno se

comporte como un líquido son varias:

* Distribución del tamaño de los granos.

La arena de tamaños de grano uniforme, con granos poco finos o muy gruesos tiene mayor probabilidad de licuarse y es posible que se vuelva más densa. Las arenas con gran porcentaje en limos y gravas también son susceptibles a la licuefacción bajo fuertes temblores cíclicos.

* Profundidad de las aguas subterráneas.

Se puede producir la licuefacción si existe agua subterránea en el punto del suelo donde se está produciendo la densificación. Mientras menor sea la profundidad, menor será el peso del recubrimiento del suelo y el peligro de densificación. Por tanto, mientras menor sea el nivel de las aguas subterráneas, mayor será la probabilidad de que ocurra licuefacción.

* Densidad.

La licuefacción ocurre principalmente en suelos sueltos, saturados y no compactados. Ese suelo puede densificarse cuando está sujeto a un movimiento cíclico. Al densificarse, se reduce el volumen de suelo y agua y se incrementa la presión intersticial si los poros

intergranulares se llenan de agua. Cuando la presión intersticial se vuelve igual a la tensión media total, el suelo pierde su resistencia y se licua. Si el suelo es compacto, habrá menos posibilidad de que se produzca la licuefacción.

* Peso del recubrimiento y profundidad del suelo.

Las tensiones entre partículas aumentan a medida que se incrementa la presión del recubrimiento. Mientras mayor sea la tensión entre las partículas, menor será la probabilidad de que ocurra la licuefacción. Por lo general, la licuefacción ocurre a profundidades menores de 9 metros; rara vez ocurre a profundidades mayores de 15 metros.

* Amplitud y duración de la vibración del terreno.

La capacidad del suelo para resistir una vibración provocada por un sismo sin causar fallas depende de la intensidad del movimiento del terreno, incluida tanto su amplitud como su duración. Los movimientos más fuertes tienen mayor probabilidad de causar fallas. La licuefacción de suelos bajo condiciones de tensión provocadas por un terremoto puede ocurrir ya sea cerca del epicentro de terremotos pequeños o moderados, o a cierta

distancia de terremotos moderados a severos.

* Edad del depósito.

Los suelos no cohesivos por lo general son jóvenes. Con el tiempo, actúan dos factores para incrementar la resistencia de un suelo típico: la compactación, que cambia la relación de los huecos entre los granos y varios procesos químicos, que actúan para cementar los granos del suelo, mediante reacciones químicas. Una regla general es que los depósitos anteriores al Pleistoceno tardío (más de 500.000 años de antigüedad) tienen poca probabilidad de licuarse, mientras que los depósitos del Holoceno tardío (menos de 3.000 años de antigüedad) tienen mayor probabilidad de licuarse.

* Origen del suelo.

El suelo depositado por procesos fluviales se sedimenta fácilmente y sus granos tienen poca probabilidad de compactarse. De manera similar, los rellenos sintéticos no compactados, generalmente por debajo del nivel del agua, pueden tener deficiencias similares. Una práctica común de décadas pasadas era la colocación de los rellenos hidráulicamente. Todos ellos se licuarán con facilidad. Por otro lado, los sedimentos depositados por los glaciares, particularmente aquellos

sobre los cuales ha pasado un glaciar, generalmente ya son bastante densos y tienen menor probabilidad de licuarse.

Medidas para mitigar la licuefacción.

- Evitar áreas donde pueda ocurrir la licuefacción y el flujo lateral.
- Estabilizar el material licuable.
- Colocar los cimientos por debajo del material licuable.
- Agregar peso a la estructura para lograr una flotabilidad neutral.
- Usar material flexible al movimiento.
- Aceptar el daño.

Para saber más:

<http://www.cepis.ops-oms.org/bvsade/pub/PDF/sismo/capitulo%202.pdf> Licuefacción

Riesgos Climáticos y Meteorológicos

Objetivo del tema

Cuando los fenómenos adversos proceden de fuerzas externas a la corteza de la Tierra, provocan riesgos exógenos. El objetivo es conocer estas manifestaciones y sus causas.

Introducción

La Meteorología es la ciencia que estudia la atmósfera, que incluye el estudio del tiempo y el clima y se ocupa del estudio físico, dinámico y químico de la atmósfera terrestre. El nombre procede del griego meteoros, alto o elevado y logos, tratado. Cuando los fenómenos meteorológicos se manifiestan de manera violenta se pueden producir desastres de distintas magnitudes. Entre los fenómenos atmosféricos violentos, veremos aquellos que causan pérdidas en vidas e infraestructuras, cómo se originan y si existe alguna forma de paliar sus efectos.

Tormentas

Las tormentas son uno de los fenómenos atmosféricos más

espectaculares y, a más virulentas. Son fenómenos producidos por un tipo de nubes, los cumulonimbos, nubes que se desarrollan cuando la atmósfera está inestable, es decir, aquellas condiciones en la que se generan importantes movimientos del aire en sentido vertical. Esto pasa cuando el aire es más frío de lo habitual en la parte más alta de la troposfera, lo que suele ocurrir cuando pasa un frente frío o bien en situaciones de bajas presiones.



Cielo a punto de estallar en tormenta.
Tomado de:

<http://iris.cnice.mecd.es/biosfera/alumno/1ESO/hidrosfe/Imagenes/nubes3.jpg>

En la formación de una tormenta se producen varias fases:

* El primer paso es el estado de desarrollo, en el que hay corrientes ascendentes dentro de la nube que hace que ésta crezca a una velocidad apreciable y pronto sobrepasen la isoterma de 0°C. A esta temperatura, las cargas eléctricas que se han ido

generando comienzan a ordenarse dentro de la nube. La parte superior será positiva y la inferior negativa. Comienzan a formarse dentro de la nube gotas o partículas de granizo. La fuerte corriente ascendente los mantiene en suspensión.

El núcleo está más caliente que el entorno de la nube y las corrientes ascendentes aumentan con la altura. Cuando el peso de las gotas se hace tan grande que no pueden ser sostenidos por estas corrientes de ascenso, caen fuera de la nube.

* La etapa de madurez comienza cuando la primera lluvia cae, independientemente de que llegue o no al suelo, ya que en lugares muy áridos, la lluvia se evapora antes de tocar la superficie. En este estado coexisten corrientes de ascenso y de descenso dentro de la nube. Las corrientes descendentes se inician normalmente en las vecindades del nivel de congelación y crecen vertical y horizontalmente. Las corrientes de ascenso continúan y alcanzan su mayor intensidad en la primera parte del estado maduro, con velocidades de hasta 90 km/h, que pueden ocurrir localmente. La corriente descendente es usualmente más débil y más pronunciada en la parte inferior de la nube.



Descarga eléctrica de una tormenta.

Tomado de:

http://ciencia.nasa.gov/headlines/images/lightning/lightning_kpno.jpg

* En la última etapa o de disipación, a medida que la corriente descendente se extiende horizontalmente, ocupa una porción mayor de la nube y ésta comienza a disiparse. No hay entonces una fuente apreciable de vapor de agua

para mantener la condensación y la nube se alimenta principalmente del agua acumulada. Mientras la corriente de descenso y las precipitaciones persisten, la nube en su conjunto está más fría que el entorno. La lluvia se hace más uniforme y su intensidad disminuye. Cuando la corriente descendente termina, la temperatura se iguala con la del entorno; la nube se disuelve completamente o se transforma en masas irregulares de nubes estratiformes.

Las tormentas formadas por convección o por un frente frío suelen tener una duración corta ya que, cuando la tierra se enfría la tormenta se acaba.

Las depresiones también pueden formar tormentas cuya duración suele ser más larga ya que se acostumbran a formar numerosos cumulonimbos.

En las zonas del litoral también se producen formaciones de tormentas que pueden llegar a ser muy virulentas ya que las corrientes ascendentes tardan mucho en pararse porque el agua del mar se enfría muy lentamente. Y eso hace que se formen nubes de tormenta durante varias horas.

Granizo

Se conoce como granizo los corpúsculos de hielo más o menos

duros que caen de las nubes. El tamaño de estas partículas oscila, normalmente, entre unos milímetros y dos o más centímetros. Al contrario de la nieve, que se da casi siempre en invierno o en regiones heladas, el granizo se produce, generalmente, primavera y verano en nubes de tormenta del tipo de los cumulonimbos. El mecanismo de esta precipitación violenta de gránulos de hielo está relacionado con las tormentas, principalmente cuando hace bochorno, e intervienen los fenómenos de convección como elemento esencial en su formación, y con abundancia de fenómenos eléctricos. Cuando el tamaño es superior a los 5 mm recibe el nombre de piedra o pedrisco.



Bolas de Granizo. Tomado de:
http://vppx134.vp.ehu.es/met/html/clima/imagenes/l_17.jpg

El granizo está formado por varios cientos de diminutos cristales de hielo dispuestos en capas concéntricas. Las capas de hielo opaco están formadas por pequeños

cristales y burbujas de aire atrapadas, mientras que las de hielo transparente, por cristales grandes. El porqué los cristales se disponen en capas alternas, según su tamaño, dando lugar a un trozo de granizo o de piedra, se debe a la velocidad a la cual se congela el agua de las nubes. Cuando el granizo cae a través de una región de nubes bajas, intercepta pequeñas cantidades de agua sobreenfriada; ésta puede congelarse casi instantáneamente, formando la capa opaca. En cambio, si el granizo acumula grandes cantidades de agua, ésta no puede congelarse de forma instantánea, y más si capta el líquido de las partes más calientes de la nube. Entonces, el granizo se humedece y el proceso de congelación continúa lentamente, a medida que los cristales grandes crecen y expulsan el aire retenido, dando así origen a la capa transparente. O sea que la existencia de estos dos tipos de capas se atribuye al hecho de que el granizo es arrastrado muchas veces hacia lo alto de la nube por las fuertes corrientes y elevado de nuevo, como un prolongado torbellino, hasta que alcanza tal tamaño y peso que cae a tierra, al no tener el aire fuerza suficiente para retenerlo por más tiempo.

Los cristales de hielo se agitan turbulentamente dentro de las nubes, rozan unos con otros, ya uniéndose,

ya puliendo sus superficies, convirtiéndose muchas veces en cuerpos esféricos bastante perfectos. Cuando las corrientes ascendentes y descendentes en el interior de la nube de tormenta hacen que los trozos de granizo suban y bajen varias veces, el granizo tarda en caer al suelo y es cuando aparecen las piedras de gran tamaño, pues varias gotas y cristales se van acumulando y congelando sobre el gránulo primitivo.

El granizo causa más daño cuanto mayor es su tamaño. Si el granizo es muy pequeño los efectos no son graves, a lo sumo causará un poco de fastidio a los que están al aire libre. Pero a mayor tamaño, puede causar roturas de cristales o abolladuras en carrocerías de coches, daños en viviendas y en los cultivos, con importantes pérdidas de cosechas.

Para saber más:

<http://www.mailxmail.com/curso/exc/elencia/meteorologia/capitulo1.htm>

http://www.geocities.com/silvia_larocca/ Temas desarrollados sobre Meteorología.

Ciclones y huracanes

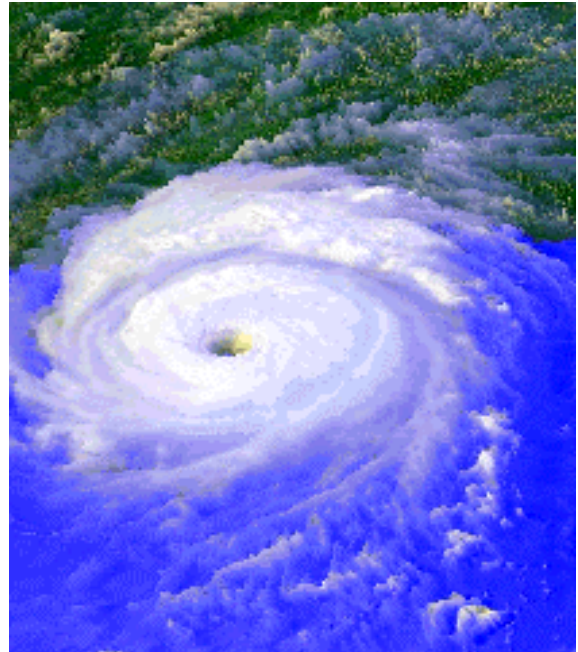
Definiciones. Escala Saffir-Simpson

Un ciclón es el nombre genérico que se le da al viento huracanado que se traslada girando a gran velocidad, donde la presión atmosférica disminuye en su interior y adquiere una circulación rotacional organizada en el sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte, y en el sentido opuesto en el hemisferio sur.

Un huracán es un viento muy fuerte con origen en el mar, remolino que se desplaza sobre la superficie terrestre girando en forma de espiral o acarreando humedad en enormes cantidades, y que al tocar áreas pobladas, generalmente causa daños importantes o incluso desastres.

En 1969, Naciones Unidas pidió a dos expertos, Herbert S. Saffir, un ingeniero, y Robert Simpson, director del Centro Nacional de Huracanes, que confeccionaran un análisis de daños en viviendas debido a huracanes. De esta manera, elaboraron la escala Saffir-Simpson, que clasifican los daños que pueden ocasionar del 1 al 5, según la velocidad sostenida del viento y su presión atmosférica. Los daños se denominan mínimos, moderados,

extensos, extremos y catastróficos, dependiendo de los intervalos de viento y presión, describiendo la enumeración de daños que provocan.



Formación de un huracán. Tomada de:
<http://www.windows.ucar.edu/tour/link=/earth/Atmosphere/hurricane.sp.html>

Tipos de ciclones

Estas dos son definiciones fáciles para entender lo que es un ciclón y lo que es un huracán. Pero será mejor comenzar por el principio: la energía que pone en marcha el motor de la atmósfera emana del Sol, pero no en todo el planeta el Sol calienta de la misma manera. Por eso, la atmósfera busca constantemente su equilibrio, y para ello utiliza mecanismos que le permiten transportar el exceso de calor existente en la zona tropical

hacia regiones más frías. El ciclón tropical es uno de esos mecanismos.

Los ciclones tropicales se clasifican de acuerdo con la intensidad de sus vientos sostenidos. Se entiende viento sostenido a un viento promedio de 1 minuto medido a una altura de 10 metros por encima de la superficie. Así, tenemos:

* *La depresión tropical.* Es un sistema organizado de nubes con una circulación definida y cuyos vientos máximos sostenidos son menores de 62 km/h. Se puede considerar la fase inicial de un ciclón tropical. Puede formarse lentamente a partir de una perturbación tropical o de una onda de los vientos del Este que no consigue organizarse.

* *La Tormenta tropical.* También es un sistema organizado de nubes con una circulación definida y cuyos vientos máximos sostenidos fluctúan entre 62 y 118 km/h. Corresponde a la fase de desarrollo de un huracán y a partir de aquí ya se les asigna nombres.

* *Huracán.* Es el más severo de los fenómenos meteorológicos conocidos como ciclones tropicales y corresponde a su etapa de madurez. Se caracteriza por un intenso centro de baja presión, rodeado de bandas nubosas dispuestas en forma de espiral que giran alrededor de su centro llamado ojo del huracán, en

sentido de las agujas del reloj en el Hemisferio Sur y en contra de las agujas del reloj en el Hemisferio Norte, produciendo vientos que sobrepasan los 119 km/h, llegando a 240 km/h en los huracanes más intensos y provocando lluvias torrenciales.

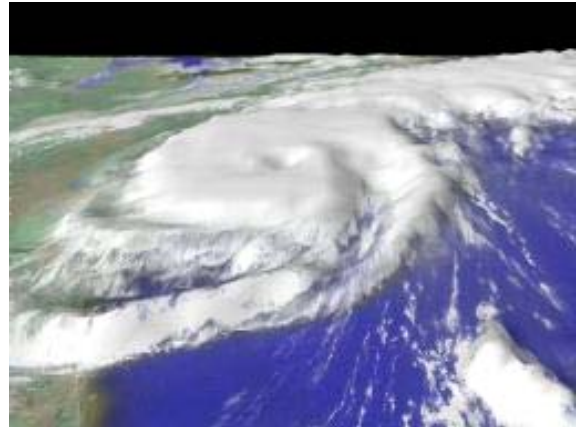
Para la formación de un huracán, la primera condición es que la temperatura del agua del mar en superficie sea superior a 26 °C. A dicha temperatura el agua se evapora a gran velocidad, el vapor de agua asciende y se condensa en forma de nubes. Esto produce una liberación de energía que provoca la generación de fuertes vientos y precipitaciones intensas. El ciclón se intensifica en las regiones tropicales y subtropicales debido a que la fuerza de rotación de la Tierra o de Coriolis es lo suficientemente fuerte como para que se inicie el movimiento alrededor del centro de bajas presiones. El área de producción de ciclones no es estable en cuanto a su posición ya que depende de dónde se encuentre la región de máximo calentamiento del mar. A su vez, el lugar en el que se generan los ciclones están influidos por las corrientes frías de California, la contracorriente cálida ecuatorial en el océano Pacífico y por la deriva de las ramificaciones de la corriente cálida del "Gulf Stream" o corriente del Golfo.

Partes del huracán

Algunas veces podemos ver en distintos medios de comunicación imágenes de satélite en las que se nos muestran la formación de huracanes y cuál es su trayectoria.

En estos sistemas tropicales se pueden diferenciar varias partes, como son el ojo del huracán, la pared del ojo y las bandas de lluvia.

* El ojo es un área de relativa calma en el centro de un huracán, que asciende desde el nivel del mar hasta niveles altos de la atmósfera y está rodeado por una pared de nubes. En el interior del ojo no hay nubes debido a que prevalecen los movimientos descendentes o conocidos como subsidencia. Este descenso del aire genera altas temperaturas y una disminución de la humedad relativa. El ojo es lo que más llama la atención al observar el huracán desde un satélite. Mientras mayor es el huracán, más nítidamente se aprecia su ojo, salvo que se formen nubes muy altas que impidan su visualización. Su diámetro puede medir entre 30 y 60 km y su tamaño no siempre es proporcional a la magnitud del huracán.



Huracán Bonnie (1998). Tomado de:
http://science.nasa.gov/newhome/headlines/esd01sep99_1.htm

* La pared del ojo es la densa pared de nubes cumulonimbos que rodea al ojo. Allí se encuentran dos fuerzas opuestas: la fuerza del aire que se mueve hacia el centro y la fuerza centrífuga, hacia afuera. En la pared del ojo se registran los vientos más intensos y allí se originarían los tornados. La presencia de ojo y pared diferencian al huracán de una tormenta tropical, que no tiene ojo y cuyos vientos son menos intensos.

* Las bandas de lluvia externas del huracán pueden ampliarse a varios cientos de kilómetros del centro. Estas densas bandas de nubes, que giran lentamente en espiral en sentido opuesto al de las agujas del reloj en el hemisferio norte, pueden medir de unos pocos kilómetros a decenas de kilómetros de ancho y de 80 a más de 450 kilómetros de longitud. A veces,

estas bandas y el ojo quedan ocultos por nubes altas, lo cual hace difícil su seguimiento a través de las imágenes por satélite.

El huracán es mantenido y nutrido por el cálido océano hasta que se adentra en aguas más frías o hasta que en su trayectoria se adentra en tierra firme. Al tocar tierra, el aumento en la fricción sobre el suelo hace que disminuyan los vientos sostenidos, pero aumenten las ráfagas en la superficie. Los vientos sostenidos se reducen por el efecto de la fricción, pero las ráfagas son más fuertes porque se incrementa la turbulencia. Sin embargo, después de unas pocas horas, comienza a debilitarse rápidamente sobre la tierra, no a causa de la fricción, sino porque carece de las fuentes de humedad y calor que le proporciona el océano. Es la fase final o de disipación.

Lugares y épocas de huracanes

Si nos gusta viajar o podemos hacerlo frecuentemente, es muy práctico conocer dónde y cuándo se producen los huracanes con mayor probabilidad. En el Atlántico, Caribe y Golfo de México, la temporada de huracanes comienza el 1° de Junio de cada año, debido al calentamiento del agua durante el verano, y se extiende hasta el 30 de Noviembre,

aunque puede haber huracanes todo el año, excepto en Marzo.

En el Golfo de México y Caribe Occidental, por ser aguas más tranquilas, el calentamiento precede al resto, originándose allí los primeros sistemas ciclónicos de la temporada. A medida que avanza el verano el sol se va desplazando a latitudes más boreales, es decir hacia el Norte, de modo que los huracanes se producen al norte del Caribe y se desplazan, debido al movimiento de rotación de la Tierra, hacia el Oeste, arribando frecuentemente a la costa Este de Estados Unidos después de haber pasado por los países del Caribe, especialmente Puerto Rico, Cuba y Las Bahamas. Primero arriban a la costa de Florida y, a medida que avanza el verano del hemisferio Norte y según la potencia del huracán, pueden llegar a los estados centrales de EE.UU e incluso a los más norteros de la costa atlántica y avanzando hacia dentro del continente. Al final de la temporada, cuando el agua comienza a enfriarse otra vez, los huracanes se forman nuevamente en el Caribe y el Golfo.

En el Océano Pacífico Sur, debido a la corriente fría de Humboldt, la temperatura del agua rara vez excede los 26°C, de manera que los huracanes no son frecuentes. La "Corriente del Niño", que aumenta la

temperatura oceánica, puede constituir una excepción. El desplazamiento hacia el Oeste de los huracanes, debido a la rotación de la Tierra, disminuye aún más las probabilidades de que alguno llegue a las costas de Chile, Perú o Ecuador. Mucho más probable, es que se originen más al Norte y se desplacen hacia Asia afectando a Japón, Hong Kong, Filipinas, etc.

El huracán necesita mucho océano para cobrar fuerza y para nutrirse, y se mueve con la rotación de la Tierra hacia el Oeste. Eso significa que se va a generar en donde pueda correr sin ser interrumpido y debilitado por tierra firme.

Así que, en general, se forman entre los 5° y los 15° de latitud, a ambos lados del Ecuador, donde la Fuerza de Coriolis es suficientemente fuerte para que se inicie el movimiento de rotación. No se forman en cambio en el Ecuador porque allí no existe el efecto de la Fuerza de Coriolis.

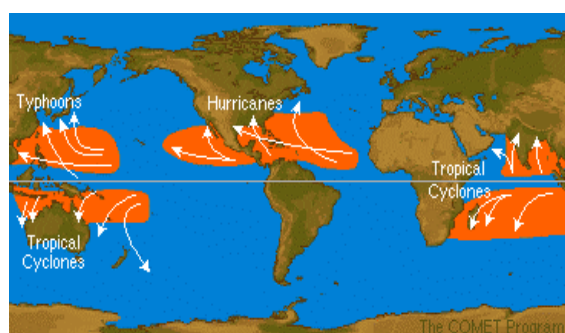
Existen siete regiones fuente y éstas son:

- Atlántico Norte y Caribe
- Nordeste de la Cuenca del Pacífico, a partir de México
- Noroeste de la Cuenca del Pacífico
- Norte del Océano Índico, incluyendo la bahía de Bengala y el mar de Arabia

-Suroeste del Océano Índico, de África a 100° E

-Suroeste de la cuenca indo/australiana, de 100 °E-142°E

-Cuenca australiana/Sudoeste del Pacífico, de 142°E-120°O



Regiones fuente de huracanes y ciclones.

Tomado de:

<http://www.comet.ucar.edu/nsflab/web/hurricane/312.htm>

Para saber más:

<http://www.nws.noaa.gov/om/brochures/hurrspan.htm> Cómo sobrevivir en un huracán.

<http://www.nws.noaa.gov/om/brochures/nh-massp.htm> Reglas de seguridad en el caso de riesgos naturales.

<http://www.huracan.net/> Los nombres de los huracanes.

Tornados

Definición y Características de los tornados

El tornado es un vórtice o remolino de reducida extensión horizontal y gran intensidad, violento e impredecible que se prolonga hacia abajo desde la base de una nube de tormenta en forma de embudo. El término “tornado” procede del latín *tonare* que significa “girar”. El tornado es visible por la presencia de polvo succionado desde tierra y por la condensación de gotas de agua en su centro.

Los tornados se originan debido al enfrentamiento de fuerzas contrarias: la fuerza centrífuga del viento que gira en círculo por la rotación terrestre y la fuerza de succión que aspira el aire caliente, lo hace ascender a zonas más frías y, al enfriarse, genera mayor succión, perpetuando el fenómeno.

Al enfriarse el aire en las zonas más altas se originan nubes con cargas electrostáticas que producen gran cantidad de truenos y relámpagos, sin estar forzosamente en relación con la magnitud del tornado. Esta frialdad del agua puede también producir enormes granizos en la vecindad del tornado, lo que debe ser un signo de alerta.



Tornado. Tomado de:

http://www.windows.ucar.edu/tour/link=/earth/images/tornado2_image.sp.html

No se sabe con exactitud la velocidad del centro del tornado, pero se estima en unos 500 km/h, aunque sólo un 2% de los tornados giran a velocidades superiores a los 300 km/h. Debido a la diferencia de presión que ejerce en áreas muy localizadas, sumadas a las intensas lluvias, el granizo y los rayos, pueden llegar a ser devastadores,

aunque miden alrededor de los 50 metros de ancho, viajan a 50 km/h y duran sólo unos pocos minutos.

En algunos casos pueden desplazarse en su recorrido por una superficie líquida y entonces el tornado recibe el nombre de tromba.

Los tornados se localizan por lo general en la franja de transición entre las masas de aire polar y tropical, entre los 20 y 50° de latitud a ambos lados del Ecuador. Son poco frecuentes en latitudes mayores a 60°, donde raramente se dan las condiciones de temperatura y humedad necesarias para la formación de este fenómeno.



Para hacer, curiosidades:

<http://ar.geocities.com/experimet/Exp15.htm#vortices> Experimentos y actividades relacionados con los movimientos de la atmósfera.

Formación de un tornado. Tomado de: <http://www.ssn.unam.mx/SSN/Doc/Desastres/desastres.htm>

Para saber más:

<http://www.windows.ucar.edu/tour/link=/earth/Atmosphere/tornado.sp.html> Tornados.

<http://www.windows.ucar.edu/tour/link=/earth/Atmosphere/tornado/fujita.sp.html> Escala Fujita

Riesgos Hidrológicos

Introducción

Riesgos hidrológicos son todos aquellos que están causados por el agua, tanto por exceso como por defecto. En el primer caso, es decir, por exceso de agua, se pueden producir inundaciones costeras causadas por el mar, desbordamientos de ríos y erosión y sedimentación, provocados por tormentas de mayor o menor grado. En el caso de la ausencia de agua, el efecto es la salinización, la desertificación y la sequía. Muchos de ellos se producen como consecuencia de los riesgos atmosféricos como las tormentas y por ello se comentan en conjunto.

Inundaciones costeras

Se entiende por inundación un cuerpo de agua, sea dulce o marina, que ocupa una parte del terreno que, en condiciones normales, permanece por encima del nivel de los cuerpos de agua que lo rodean. El resultado de la ocupación es el de posibles pérdidas humanas y daños en infraestructuras.



Inundaciones costeras en la India. Tomado de:
<http://www.bbc.co.uk/spanish/especiales/clima/images/bang.jpg>

En primer lugar, las causas de las inundaciones se deben a que, cuando llueve o nieva, una parte del agua caída puede pasar a ser absorbida por la vegetación, otra parte queda retenida por el suelo o bien se evapora. El resto pasa a formar parte del caudal de los ríos o, como se denomina también, aguas de escorrentía. Cuando ni el suelo ni la vegetación pueden absorber el agua, ésta discurre hacia los ríos que, incapaces de canalizarla, se desbordan, produciéndose inundaciones.

Pero también el crecimiento anormal del nivel de mar puede causar inundaciones, que afectan en este caso, a las costas. Ese crecimiento puede deberse a las tormentas marinas o huracanes, de manera que el nivel del mar depende de los vientos, de la presión atmosférica, de

la forma de la costa y del fondo oceánico o la cercanía de la tormenta a tierra.

Las tormentas y huracanes causan oleaje, provocando daños muy importantes, como son la socavación de los cimientos en los edificios costeros, el naufragio de embarcaciones, la demolición y destrucción de instalaciones portuarias, la rotura de las obras de defensa costera y la erosión de las playas y riscos. El efecto del agua no sólo es destructivo al avanzar tierra adentro, sino también en su retirada hacia el mar.

La inundación puede producirse también en las zonas de los deltas y otras zonas costeras bajas, incrementada por la influencia de las mareas, las olas de tormenta y por el frecuente movimiento en los canales.

Para saber más:

<http://www.ecojoven.com/cuatro/04/invernadero.html>

http://www.crid.or.cr/crid/MinikitFloods/articulo_inundaciones.html

Centro Regional de Información sobre Desastres de América Latina y Caribe. Con muchos recursos.

<http://www.paho.org/Project.asp?SEL=TP&LNG=SPA&CD=GNFLD>

Desastres Naturales: Inundaciones. Pan American Health Organization (PAHO). En español.

Desbordamientos de los ríos y sus cauces

Los cursos fluviales (ríos, torrentes, arroyos) transportan lo que se denomina carga (agua y elementos sólidos). Si la carga rebasa la capacidad normal del cauce, ésta se vierte en los terrenos circundantes, sobre los que suelen crecer pastos, bosques y cultivos o a su paso por áreas urbanas.



Efectos de un desbordamiento de un cauce de río. Tomado de:

http://news.bbc.co.uk/olmedia/1725000/images/_1729447_011226brasil300i.jpg

Generalmente, los ríos y torrentes poseen en su curso inferior un lecho de inundación, es decir, un área baja a ambos lados del cauce que es cubierta por las aguas en determinadas épocas del año. En el período lluvioso, la cantidad de agua precipitada provoca la saturación de los suelos y un ascenso en su nivel freático por lo cual, si se produce una cantidad adicional de precipitación,

se generará un desbordamiento y la consiguiente inundación.

Varias son las causas que provocan y aceleran las inundaciones, en su gran mayoría originadas por razones de índole natural y en grado cada vez mayor, por motivos humanos, como la destrucción o alteración de cuencas, extracción de áridos, deforestación, sobrepastoreo, etc.; en cualquiera de estas situaciones los desastres producidos son cuantiosos.

Las causas más frecuentes que ocasionan inundaciones en nuestro medio son:

*Las fuertes lluvias en un período relativamente corto.



Lluvias torrenciales. Tomado de:
<http://www.sinapred.gob.ni/Imagenes/Lluvias.jpg>

*Persistencia de precipitaciones, que rápidamente provocan aumentos considerables en el nivel de los ríos y torrentes hasta causar el desbordamiento.

*El represamiento de un río por derrumbes, originados por fuertes lluvias o seísmos.

*La repentina destrucción de una presa, por causas naturales, humanas o ambas.

*La expansión de un lago o laguna por fuertes o continuas precipitaciones o por represamiento de la zona de desagüe.

*El ascenso del nivel del mar causado por fenómenos meteorológicos como temporales, tormentas, marejadas o por tsunamis.

Los desbordamientos por lo general tienen un carácter estacional. Es posible apreciar cómo los niveles del río van ascendiendo lentamente hasta alcanzar la altura máxima del desbordamiento. En las inundaciones súbitas, la rapidez en el inicio y desarrollo del fenómeno son las constantes, manifestando su gran capacidad arrasadora.

Los desbordamientos repentinos se producen en cuencas hidrográficas de alta pendiente, debido a la presencia de grandes cantidades de agua en muy corto espacio de tiempo. Son frecuentes en ríos de zonas montañosas, y muchas veces se producen a causa de una secuencia de fenómenos:

Los fuertes aguaceros caen sobre los terrenos sueltos o sin vegetación, lo

cual causa la aceleración del proceso de erosión y la formación de deslizamientos, en las montañas cercanas al cauce de los ríos y gargantas. Las rocas, vegetación y demás materiales que han caído sobre el río, forman un represamiento natural de las aguas y ésta ejerce una gran fuerza sobre el represamiento hasta que lo rompe, arrastrándolo consigo. La gran cantidad de agua y los materiales sólidos que arrastra suponen, a medida que bajan, gran poder destructor.

Las lluvias fuertes o moderadas pero de bastante duración o intensas, también pueden originar inundaciones repentinas, cuando el suelo agota su función de esponja dejando que las nuevas lluvias escurran por la superficie del terreno, alcanzando muy rápidamente el cauce de los ríos y barrancos, aumentando peligrosamente su nivel.

Sin embargo, los desbordamientos en zonas llanas se producen sobre terrenos planos que descargan muy lentamente, cercanos a las riberas de los ríos o donde las lluvias son frecuentes o torrenciales. Muchos de ellos son producto del comportamiento normal de los ríos, es decir, de su régimen de caudal, ya que es usual que en la época lluviosa aumente la cantidad de agua, inundando los terrenos cercanos.

Es frecuente que la carga desprendida y transportada desde aguas arriba, se disperse sobre el lecho del río en grandes cantidades y lo colmate, ocasionando que las aguas tengan menos lecho, en consecuencia suban el nivel y se desborden inundando las márgenes.

Los municipios que no cuentan con efectivos sistemas de alcantarillado o canales de desagües y aquellos instalados en superficies planas o algo cóncava, como en un valle, pueden sufrir inundaciones como efecto directo de las lluvias, independientemente de las inundaciones producidas por desbordamiento de ríos.

No es suficiente poseer sistemas de alcantarillado; es fundamental proporcionarles el mantenimiento necesario, evitando que sufran taponamiento con basuras, arena, gravas y, además, evitar su deterioro por el paso de los años, es decir, asegurar su conservación.

En España, los desbordamientos fluviales se producen más frecuentemente debido al fenómeno conocido como Gota Fría: El encuentro de capas frías de aire con otra caliente que asciende cargada de humedad de las aguas aún templadas del Mediterráneo, provoca un brusco enfriamiento de esta con la consiguiente condensación del vapor de agua que cae en forma de lluvia

torrencial. Suele producirse en otoño, cuando desciende el Frente Polar y penetran las borrascas.

Los efectos causados por este fenómeno no dependen sólo de la intensidad de la lluvia. En laderas con mucha pendiente y sin vegetación, el agua corre muy rápidamente, arrastrando con fuerza el suelo, provocando una gran erosión. Si además, esta ladera termina en un valle encajado, puede formarse una gran riada que arrastra con fuerza todo lo que encuentra. En la zona mediterránea española es frecuente que los cauces de los ríos permanezcan secos durante muchos meses al año y que sean ocupados por cultivos o edificaciones. Esto hace que en las grandes crecidas, los daños sean mayores, por una parte porque se destruye lo construido y, por otra, porque se impide la libre salida del agua y se hace mayor la crecida.

Sin embargo, si las laderas son suaves y se encuentran cubiertas de vegetación, el agua que cae es frenada por las plantas, absorbida con más facilidad por el suelo y termina bajando por la ladera menos agua y a menor velocidad. Esto supone una menor erosión y, por ello es importante mantener los bosques y la cubierta vegetal del terreno para prevenir los daños que los

fenómenos climatológicos violentos producen.

Para saber más

<http://www.defensacivil.gov.ec/inundaciones.htm>

<http://digital.el-esceptico.org/leer.php?id=1463&autor=12&tema=63>

<http://www.ambientum.com/>

http://www.inm.es/web/sup/ciencia/divulga/pdf/dana_ext.pdf

<http://www1.ceit.es/Asignaturas/Ecologia/Hipertexto/08RiesgN/131GotFri.a.htm>

Erosión y sedimentación

La erosión es un proceso natural, producto de la acción de los agentes atmosféricos, durante el cual, una parte del suelo es disgregada y degradada, proceso conocido como meteorización y transportada a otras zonas. Es decir, se produce un desgaste físico y químico de rocas y suelo debido a los mismos agentes que producen el transporte del material, como son básicamente el agua y el viento.



Erosión fluvial. Tomada de:
http://www.aldebaran.cz/actions/2003_parachi/andes_3/dscn5516.jpg

Los procesos erosivos se generan por fenómenos de diferente naturaleza,

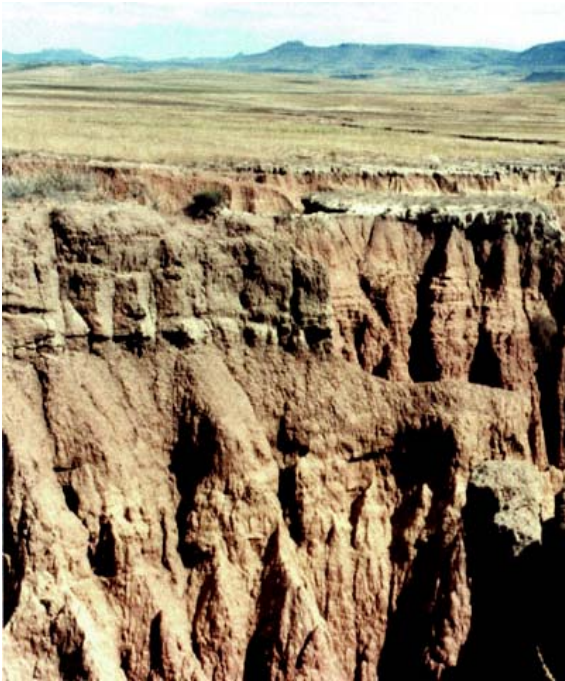
como son los de carácter físico, que, ligados a cambios de temperatura, o de estado físico del agua (cristalización de hielo en grietas), causan roturas mecánicas; los de tipo químico (disolución de minerales, hidrólisis de éstos, cristalización de sales) y, por último, los de tipo biológico (acción de determinados microorganismos, como las bacterias, líquenes, o de las raíces de plantas). Estos tres mecanismos se combinan entre sí con más o menos importancia dependiendo de un factor esencial, como es el clima, que es el que condiciona la disponibilidad de agua, de vegetación y sus tipos y, las temperaturas medias y sus oscilaciones.

De esta manera podemos deducir que tipos de erosión hay varios, dependiendo de quién lo cause. Los procesos físicos, químicos o biológicos son fenómenos naturales pero, si el hombre interviene, pueden producirse estos mismos procesos, aunque de forma acelerada. Pueden existir:

* Erosión eólica: el aire, desplazado a gran velocidad, es capaz de desprender partículas de suelo o rocas, desplazándolas a largas distancias.

* Erosión pluvial: producida por las aguas caídas durante la lluvia, produciendo el arrastre de suelo,

materia orgánica y humus al impactar las gotas y al escurrir el agua.



Erosión pluvial. Tomada de:
http://www.fao.org/landandwater/agll/photolib/toc_s.htm

* Erosión fluvial: está producida por el agua de los ríos sobre las orillas.

Efectos de la Erosión

Los efectos de la erosión pueden variar dependiendo del proceso erosivo que predomine. Sin embargo y, en general, en sistemas naturales y humanos, pueden ser:

* Disminución de la capa superficial más fértil del suelo, que a su vez, determina una disminución en los rendimientos agrícolas.

* Disminución de la capacidad de almacenamiento del agua en el suelo (menor entrada y retención de agua al suelo).

* Exposición de las capas más profundas subsuelo y cambios de color de los suelos.

* Deposición de arenas y gravas en terrenos llanos cultivables y productivos.

* Deposición y taponamiento (colmatación) de canales, ríos, puertos y lagos.

* Inundaciones.

* Daños en las comunicaciones, tales como puentes, carreteras y vías férreas.

* Surcos profundos y zanjas activas impiden el cultivo del suelo.

Sedimentación

La sedimentación es el proceso de acumulación de materiales después de haber sido erosionados y transportados. Las características de los depósitos dependen de la naturaleza del agente de transporte. En el caso de los ríos, mares o viento el material se deposita cuando el movimiento en el medio se reduce por debajo de la velocidad de deposición de la carga.

Depende de la naturaleza del agente de transporte el aspecto de los materiales sedimentados. Así, los sedimentos continentales se caracterizan por ser gruesos y angulosos. La pérdida de angulosidad o redondeamiento depende de la cantidad de golpes que recibe el fragmento, y éste es menor en un medio continental que en un medio marino. Los procesos que depositan materiales de tipo continental son: glaciar, fluvial, eólica y lacustre.

Los sedimentos marinos se caracterizan por ser más finos y redondeados, producto de continuo golpeo entre los fragmentos, particularmente en las zonas del litoral. Las olas producen erosión debido, bien al choque contra las rocas, bien por la abrasión que ejercen los fragmentos que contiene el agua, procedentes de las propias rocas erosionadas. Las formas litorales que genera la erosión son los acantilados y las plataformas de abrasión.

Para saber más:

<http://www.gem.es/MATERIALES/DOCUMENT/DOCUMENT/g07/d07101/d07101.htm>

http://www.iespana.es/natureduca/cienc_suelo_erosion.htm

Salinización

Con este término se define cualquier aumento de la concentración de sales en el suelo, más solubles que el yeso y que supone un aumento de la conductividad eléctrica en el mismo. Si la salinización se produce por causas naturales, está asociado a condiciones climáticas de tipo árido, sumadas a la presencia de sales en el material original del suelo; sin embargo, su acumulación excesiva propicia otros mecanismos que, mayoritariamente están relacionados con el transporte de sustancias, es decir, con los movimientos del agua.

Por todo ello, una de las características básicas de las sales es su solubilidad, que se expresa en los gramos de cada sal en cuestión que se solubiliza en un litro de agua a una temperatura de 20° C. Las sales que producen mayor conductividad eléctrica son los cloruros sódico, magnésico y cálcico y el sulfato magnésico. Los nitratos son muy solubles pero al ser raros no contribuyen en gran medida a la conductividad.

Es decir, que en el comportamiento de los suelos salinos en general, hay tres parámetros fundamentales que están afectados. La conductividad eléctrica, que define el contenido en sales solubles y su actividad; el porcentaje de saturación en sodio, que define la toxicidad sódica; y el

pH, que afecta a la disponibilidad de otros elementos y que resulta de la conjunción de los anteriores.



Suelo salinizado. Tomado de:
http://edafologia.ugr.es/conta/Tema12/recurso_s/eforesc.gif

La presencia de sales puede deberse a varios fenómenos: acumulación de sales en una zona topográficamente baja o un valle, por efecto del lavado del agua de lluvia de las zonas más altas, en las que existan materiales con alto contenido en sales; por presencia de rocas sedimentarias como arcillas o margas que engloben diques de yeso u otras sales, que puedan incluso encontrarse a gran

profundidad; o bien, debido a la existencia de mantos freáticos profundos, estas sales pueden transportarse hasta zonas bastante alejadas, pero el manto freático arrastrará las sales y aflorará, o se acercará a la superficie cuando encuentre un valle más profundo o cuando se eleve la capa impermeable que lo mantiene.

En el momento en que la profundidad del manto decrece hasta metro y medio o dos metros de la superficie, la ascensión capilar lleva el agua cargada de sales hasta niveles cercanos a la superficie del suelo allí existente y la va depositando tras la evaporación del agua.

Otro fenómeno que contribuye a la salinización del suelo se produce en las desembocaduras de los ríos con deltas asociados. En estas áreas, la superficie freática depende mucho de los movimientos marinos, en la bajamar es predominantemente fluvial y poco salino, mientras que en la pleamar es marino y con fuerte salinidad.

Todos estos eventos comentados son, en principio, debidos a causas naturales. Pero el hombre puede influir en determinados procesos acelerando la salinidad del suelo, como en el caso de las actividades agrícolas, tales como los cultivos o las transformaciones de suelo de secano en regadío y, algunas de tipo

industrial, que aumentan el contenido en sales de manera indirecta.

Efectos en la Vegetación

La salinidad produce unos efectos diferentes sobre las distintas especies vegetales. De forma general, provoca una disminución del tamaño de la planta, que adopta formas achaparradas, menor porcentaje en la producción de frutos y semillas e incluso la muerte de ésta, cuando se supera el límite de tolerancia a las sales. Este hecho se utiliza en los terrenos salinos para estimar el grado de salinidad presente.



Plantas adaptadas a suelos salinos.

Tomado de:

http://www.floracyberia.net/spermatophyta/angiospermae/dicotyledoneae/asteraceae/launaea_arborescens.jpg

Para saber más:

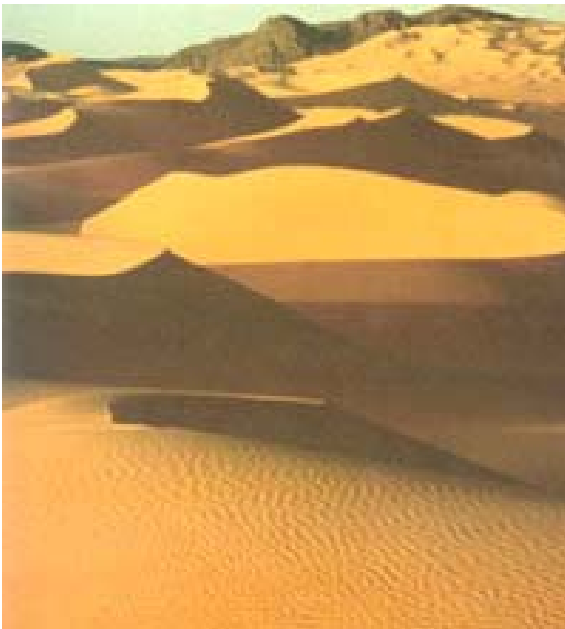
http://www.unex.es/edafo/GCSP/GC_SL3DegQimSali.htm Lección 3 de asignatura “Gestión y conservación del suelo”. Arturo García Navarro. Área de Edafología y química Agrícola de la Universidad de Extremadura.

Desertificación y sequía

Desertificación es el conjunto de procesos o la manifestación de algunos fenómenos que están implicados en el empobrecimiento y degradación de los ecosistemas terrestres, causado por el impacto del hombre. También ha sido definida como un proceso complejo, que reduce la productividad y el valor de los recursos naturales, en el contexto específico de condiciones climáticas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, como resultado de variaciones climáticas y actuaciones humanas adversas.

Para la FAO, la desertificación se define como “la expresión general de los procesos económicos y sociales, así como de los naturales e incluidos por el hombre, que rompen el equilibrio del suelo, la vegetación, el aire y el agua, ruptura que ocasiona la disminución o destrucción del

potencial biológico de la tierra, la degradación de las condiciones de vida y la expansión de los desiertos.” Esos procesos destructivos incluyen: la erosión hídrica, la erosión eólica y la sedimentación, que reduce la cantidad y diversidad de la vegetación natural y aumenta la salinización o la alcalinidad del suelo.



Desierto del Sahara. Tomado de:
<http://www.correodelmaestro.com/anteriores/2003/marzo/2anteaula82.htm>

La erosión y la desertificación constituyen los principales problemas ambientales, de mayor extensión espacial e incidencia ecológica, económica y social de las regiones mediterráneas ibéricas de clima árido y semiárido, cuya consecuencia básica es la degradación de los ecosistemas. La

erosión consiste en una pérdida de suelo, por arranque, transporte y posterior deposición del material que lo constituye, por la acción del agua y el viento.

Sin embargo, la erosión hídrica constituye un problema endémico en la mayor parte de la España mediterránea y, en particular, del Sureste peninsular. La pérdida de suelo, recurso limitado, ocasiona una disminución de su potencial biológico y productivo y, por otro lado, incrementa el empobrecimiento y fragilidad de los ecosistemas. Si se combinan ambas formas de degradación, puede conducir a la ruptura del equilibrio ecológico y desembocar en la desertificación del territorio (López Bermúdez, 1998*).

Procesos de desertificación

Se consideran siete procesos principales aquéllos que conducen a la conversión de tierras en desiertos, de los cuales hay cuatro primarios, con efecto amplio y de fuerte impacto y, tres secundarios. La forma de evaluar el efecto de la desertificación es considerando el estado actual del área, velocidad y riesgo de desertificación, y con base a esos criterios se establecen diferentes grados de desertificación (ligera, moderada, severa y muy severa). Estos procesos son:

1.- Degradación de la cubierta vegetal. La deforestación se deriva de la eliminación de la cubierta vegetal ocasionada por la tala de árboles y matorrales, los incendios, la lluvia ácida, etc.

2.- Erosión hídrica. Las corrientes de agua arrastran la cubierta que cubre el suelo. Se acelera cuando el ecosistema se altera por acción de las actividades humanas como la deforestación y el cambio de uso de suelo (construcción de carreteras, asentamientos humanos, explotación agrícola, pecuaria o forestal).

3.- Erosión eólica. La cubierta del suelo se remueve ocasionada por el viento. Tiene especial impacto en las zonas áridas y semiáridas, generado por el sobrepastoreo, la tala inmoderada y la práctica inadecuada de actividades agrícolas.

4.- Salinización. Está ocasionada por el aumento de la concentración sales solubles en el suelo, generada cuando se rompe el equilibrio hídrico/salino. El aumento de sales reduce de manera importante el desarrollo de la vegetación.

5.- Reducción de la materia orgánica del suelo. Se genera cuando la cubierta vegetal que provee los nutrientes orgánicos al suelo es removida.

6.- Encostramiento y compactación del suelo. Estos procesos ocurren como consecuencia de los procesos primarios: escasez de materia orgánica, uso intensivo de maquinaria agrícola o sobrepastoreo.

7.- Acumulación de sustancias tóxicas. El envenenamiento del suelo con frecuencia es provocado por el uso excesivo de abonos y fertilizantes, así como de métodos químicos de control de plagas (pesticidas y plaguicidas).



Consecuencias de la desertificación.

Tomado de:

http://www.fao.org/desertification/search/doc_dett.asp?id_doc=129

Efectos de la desertificación

Con la pérdida de la cubierta de materia orgánica que cubre el suelo, éste se agrieta, acelerando el efecto erosivo del agua y el viento, la irrigación impacta de una manera inadecuada aumentando su salinidad, el ganado a su paso, pisotea y compacta el terreno, que se vuelve estéril aumentando la evaporación superficial del agua y las escorrentías. La pérdida de la cubierta vegetal es al mismo tiempo causa y efecto de la degradación de la tierra.

Las inundaciones y las corrientes de agua que se producen en los temporales, llevan una gran carga de sedimentos que se acumulan en el fondo de los lagos y ríos, colmatándolos y contribuyendo a la formación de pantanos que son el resultado de la alteración de esos entornos.

Muchas veces se generan remolinos en las zonas áridas, que pueden contribuir de una forma decisiva en la salud de las personas que habitan en los alrededores, provocando síntomas catarrales y enfermedades gastrointestinales (debidas al transporte de partículas orgánicas), por lo que la salud humana es otra de las secuelas de la formación de desiertos.

La producción de alimentos es uno de los efectos más sensibles de la extensión de desiertos. La mala alimentación y la franca hambruna son uno de los problemas centrales de los países en vías de desarrollo. La guerra y las revoluciones sociales han estado históricamente, atadas a este tipo de problemas.

La desertificación conlleva enormes costes de tipo social. La formación de grandes manchas urbanas y suburbanas de desplazados del campo y campamentos de refugiados en las fronteras de muchos países, producen una gran presión social, que estalla intermitentemente en todo el mundo. La pérdida de condiciones de vida, la mala alimentación y sus efectos en la salud, la pérdida de identidad origina un caldo de cultivo propicio para el estallido social, por momentos, incontenible.

Para saber más:

<http://www.sagan-gea.org/hojaredsuelo/paginas/CSuelo.html> Deterioro del suelo.

<http://www.gem.es/MATERIALES/DOCUMENT/DOCUMENT/g07/d07101/d07101.htm> *

Incendios Naturales

Introducción

Mucho antes de la aparición del ser humano algunos tipos de formaciones vegetales han convivido con los fuegos esporádicos. Esto quiere decir que estas formaciones se incendiaban de forma natural. Es más, buena parte de las especies vegetales de los bosques más secos y de las sabanas sufren casi desde sus orígenes incendios esporádicos y han desarrollado mecanismos especiales para evitar la muerte de la planta tras el fuego.

Adaptaciones vegetales al fuego

Entre estas adaptaciones figuran, por ejemplo, las cortezas gruesas de muchos árboles, como por ejemplo el alcornoque en los bosques mediterráneos y, una gran capacidad de rebrote de ciertas especies leñosas, como el roble, incluso desde el tronco cortado. Es posible que la capacidad de rebrote de algunas plantas del ámbito mediterráneo no sea una adaptación directa al fuego, sino que haya surgido en buena parte por exaptación. Se dice que una estructura o función es una exaptación cuando su forma actual, que le permite desarrollar su función original, también le permite asumir una nueva función. Es decir, surge

para una función y termina utilizándose para otra, pero no se refiere a una estructura que surge anticipándose a una necesidad futura.



Incendio. Tomado de:

<http://www.latinoseguridad.com/LatinoSeguridad/Fenat/incfor.jpg>

Esto significa que los eficaces mecanismos desarrollados por las plantas mediterráneas para vivir en las extremas condiciones impuestas por el estrés hídrico estival, como por ejemplo, el desarrollo de raíces muy profundas, les habrían servido también para convivir mejor con los episodios de fuego.

Se estima que los incendios naturales en los bosques mediterráneos no han sido frecuentes a lo largo del tiempo, sino esporádicos, lo que deja tiempo suficiente para la recuperación natural del bosque. Lo que el hombre está haciendo (de forma voluntaria o inadvertida) es incrementar la frecuencia de aparición de los incendios en un mismo lugar, lo que

limita mucho la capacidad de recuperación de las formaciones vegetales.

De este modo, si un área forestal sufre incendios a intervalos de tiempo excesivamente cortos, no sólo la estructura de la vegetación se ve alterada, sino también la composición de la comunidad vegetal. A medida que se suceden los episodios de incendio y regeneración, cada vez rebrotan menos especies leñosas, y cada vez aparecen más especies colonizadoras que no aparecían originalmente, principalmente gramíneas. A causa de la proliferación de estas plantas, se origina en el suelo un fenómeno denominado "sabanización", que se produce de forma similar en distintas regiones del mundo.

La sabanización, cuando se acompaña de nuevos fuegos repetidos y lluvias torrenciales, tan comunes en áreas mediterráneas, conduce a la erosión y la pérdida de suelo fértil, lo cual, en las regiones de clima semiárido, puede conducir a una situación de esterilidad casi total del suelo, limitando la capacidad de recolonización de las plantas autóctonas. Este fenómeno es lo que frecuentemente conduce a la desertización del paisaje.

Para saber más:

<http://www.aet.org/ecosistemas/011/educativa.htm> Incendios forestales.

<http://www.monografias.com/trabajos7/info/info.shtml>

<http://www.divulcat.com/> Consultas Alex Fernández Muerza Responder

<http://www.unescoeh.org/unescoeh/manual/html/bosques2.html> Principal

<http://www.upch.edu.pe/facien/dcbf/fisioaltura/Adaptacion+y+Aclimatacion.ppt> Definición de exaptación.

Riesgos Cósmicos

Objetivo del tema

Los meteoritos son trozos de objetos celestes procedentes del Sistema Solar que impactan en la superficie de nuestro planeta. El objetivo de este tema es saber cómo se clasifican, atendiendo a su composición, así como conocer el alcance de su importancia.

Impactos de meteoritos o el terror de los Galos...

Lo único que daba miedo a los galos es que cayera el cielo sobre sus cabezas y les aplastase...



Impacto meteorítico sobre la Tierra.

Tomado de: <http://axxon.com.ar/zap/177/c-ZapAPChicxulub.htm>

Existen fundadas razones para pensar que el impacto de uno de ellos causó la desaparición de numerosas especies en la Tierra, entre los que se

incluyen los dinosaurios, marcando el paso de la era Mesozoica a la Cenozoica, favoreciendo la aparición de grupos nuevos, como los mamíferos. Son los meteoritos o meteoros, pedazos del Sistema Solar que han caído a la Tierra y es como se denomina estrictamente a aquellos que consiguen llegar a la superficie terrestre sin desintegrarse completamente debido a la fricción de la atmósfera. Son extremadamente importantes, porque es posible analizarlos a fondo en un laboratorio. Los meteoritos son nuestra única evidencia material del Universo más allá de la Tierra.

En la actualidad, la NASA ha desarrollado un programa informático denominado Sentry (Centinela), cuyo objetivo es cotejar los datos sobre los diversos cuerpos celestes con una órbita que pase cerca de la Tierra. Este programa se encarga de conectar a todos los observatorios y astrónomos del mundo para que intercambien sus estudios y comparen sus cálculos, de esta forma se mantienen en constante comunicación. Según la NASA ya se ha estudiado el recorrido futuro de 500 asteroides, pero todavía quedan otro medio millar sin identificar, aunque en el año 2008, la agencia espacial pretende tener acabada esta investigación.

El Sentry utiliza la escala de Torino, creada en 1999 según la cual cataloga el riesgo potencial de colisión en una escala del 0 al 10, siendo 0 y 1 un riesgo nulo y el 10 un peligro total. De los asteroides ya identificados todos tienen asignados un 0 menos uno de ellos con un 1 en la escala, el llamado 2002 CU11 con unas posibilidades de 1 entre 100.000 de colisionar contra nuestro planeta, pero habría que esperar hasta finales de agosto del 2049 para ver si la predicción resulta cierta. Para evitar males mayores, la NASA trabaja en colaboración con otras instituciones como el Centro Planetario de Cambridge o la NEODys ubicada en Italia. Aún en caso de impacto inminente, la Tierra tendría al menos 10 años de margen de tiempo para prepararse y quién sabe que tipo de tecnología se utilizará en un futuro.

Clasificación de los meteoritos

Los meteoritos son difíciles de clasificar, pero se pueden establecer tres grandes grupos: rocosos, ferrosos de tipo rocoso y ferrosos. Los tipos de meteoritos y el porcentaje que cae a la Tierra son:

- Meteoritos rocosos
 - Condritas (85.7%): contienen elementos, tanto volátiles como oxidados y se cree que

se formaron en el cinturón interior de asteroides.



Distintos tipos de meteoritos rocosos (Condritas). Tomado de:

<http://www.spmn.uji.es/ESP/condrits.jpg>

- Carbonáceos: tienen proporciones más altas de elementos volátiles y son las más oxidadas, por lo que se piensa que se formaron incluso a mayor distancia del Sol.
- Enstatita: se cree que se han formado en el sistema solar más interno.
- Acondritas (7.1%). Se piensa que están formados por material reprocesado o diferenciado, debido a la fusión y recristalización sobre o en el interior del meteorito progenitor.
- Meteoritos Ferrosos de tipo Rocosos (1.5%)
 - Pallasitas: compuestos por olivino rodeado por metal.
 - Mesosideritas

- Meteoritos Ferrosos (5.7%).
Compuestos básicamente por aleaciones de hierro-níquel con pequeñas cantidades de carbono, azufre y fósforo.

Además de la estimación de riesgo potencial de colisión, otro de los objetivos del estudio de los meteoritos es determinar la historia y origen de sus cuerpos progenitores. Las dataciones de algunos de ellos les asigna una edad de 4.550 millones de años, que es aproximadamente la edad del Sistema Solar. Están considerados como buenos ejemplos de materia primitiva, aunque en muchos casos sus propiedades han sido modificadas por el metamorfismo térmico o alterados por congelación.

Para saber más:

<http://www.astrored.net/nueveplanetas/solarsystem/meteorites.html>

<http://www.spmn.uji.es/ESP/novedades.html>

<http://neo.jpl.nasa.gov/risk/> Sentry

<http://www.lithosworld.com/paginas/meteoro.htm> Clasificación.

<http://www.solarviews.com/span/meteor.htm> Clasificación y origen.

<http://www.meteorite.com/gallery/gallery.htm#Irons> Galería imágenes.

Otros Riesgos: Suelos expansivos, deslizamientos de tierras, desprendimiento de rocas, aludes de nieve y hundimiento de tierras.

Objetivo del tema

Dentro de este apartado se han incluido aquellos riesgos que se derivan de formas locales o regionales del relieve o su composición puntual, pero cuya alteración puede producir manifestaciones más o menos violentas en la superficie. El objetivo del tema es saber qué peligros se pueden presentar después de otros fenómenos, normalmente atmosféricos. Su conocimiento puede ayudar a su predicción y prevención.

Descripción del suelo. Suelos expansivos

La palabra suelo se deriva del latín solum, que significa suelo, tierra o parcela. Los suelos se forman por la combinación de cinco factores que interactúan entre sí, como son el material de origen, el clima, la topografía, los organismos vivos y el tiempo.

Los suelos constan de cuatro grandes componentes: materia mineral, materia orgánica, agua y aire, con unos porcentajes en volumen

aproximados de 45, 5, 25 y 25%, respectivamente.

* Los constituyentes minerales o inorgánicos de los suelos normalmente están compuestos de pequeños fragmentos de roca y minerales de varias clases. Las cuatro clases más importantes de partículas inorgánicas son, en tamaño descendente: grava, arena, limo y arcilla.

* La materia orgánica del suelo representa la acumulación de las plantas destruidas y resintetizadas parcialmente y de los residuos animales. La materia orgánica del suelo se divide en dos grupos:

* Los tejidos originales y sus equivalentes más o menos descompuestos.

* El humus, que es considerado como el producto final de descomposición de la materia orgánica.

* Además, la importancia del agua en el suelo se debe a que ésta es retenida dentro de los poros con diferente intensidad, según la cantidad de agua presente. Junto con sus sales disueltas, el agua del suelo forma la llamada solución del suelo; ésta es esencial para abastecer de nutrimentos a las plantas que en él se desarrollan.

* El aire en el suelo no es continuo y está localizado en los poros separados por los sólidos. Este aire tiene generalmente una humedad más alta que la de la atmósfera, que en condiciones óptimas, su humedad relativa se aproxima al 100%. El contenido de anhídrido carbónico es por lo general más alto y el del oxígeno más bajo que los hallados en la atmósfera.

La arcilla y el humus son el asiento de la actividad del suelo; estos dos constituyentes existen en el llamado estado coloidal. Las propiedades químicas y físicas de los suelos están controladas, en gran parte, por la arcilla y el humus, las que actúan como centros de actividad a cuyo alrededor ocurren reacciones químicas y cambios en los nutrientes. La mayoría de los minerales de la arcilla poseen estructuras químicas con forma laminar. La combinación de estas láminas da lugar a diferentes minerales arcillosos tales como caolinita, montmorillonita, illita, etc. Estas estructuras tienen la capacidad de retener agua, que queda absorbida mediante enlaces electrostáticos. Pero, cuando las moléculas de agua se alejan de las partículas de arcilla pierden el estado de atracción y se convierte en agua suelta.

Así, ciertas arcillas, en cuya composición entra a formar parte el mineral montmorillonita, tienen

espacios entre las láminas que pueden absorber agua provocando su expansión. Estos materiales se conocen como arcillas expansivas o suelos expansivos y, son la causa de la mayoría de los problemas derivados de la construcción de carreteras o edificios en suelos que tengan esta capacidad.

Los suelos expansivos se caracterizan por estar constituidos de materiales finos sedimentarios heterogéneos. Existen zonas en donde los suelos son de alta plasticidad, muy expansivos, del orden de 35% en volumen. Estos suelos se caracterizan por su comportamiento mecánico: contracción de la arcilla por secado, expansión de la arcilla al humedecerse, desarrollo de presiones cuando la arcilla se confina y no puede expandirse, disminución de la resistencia al corte y de la capacidad de soporte al expandirse. Entre las consecuencias de construir en estas áreas están, entre otras, la aparición de fisuras verticales que nacen en la parte superior de las paredes y, van de arriba hacia abajo. Son más abiertas arriba que abajo, y generalmente no llegan a la línea de cimientos. Por ello es muy importante que, antes de comenzar una construcción, se debe hacer un buen estudio de suelos para conocer si existen o no este tipo de materiales.

Para saber más:

<http://www.monografias.com/trabajos6/elsu/elsu.shtml> Definición.

<http://www.unesco.org.uy/programas.html> Programas UNESCO. PHI hidrológico nacional.

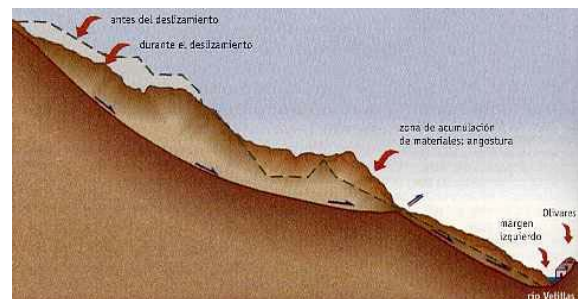
<http://www.todoarquitectura.com/v2/default.asp> Portal de Arquitectura, Ingeniería, Diseño y Construcción

Deslizamientos de tierras

Los deslizamientos son causados cuando la fuerza de la gravedad moviliza la roca, el derrubio o los suelos por una pendiente. Son una de las formas de erosión que se llama desgaste de masas y que se define, de manera general, como el tipo de erosión en el que el agente causante del movimiento es la gravedad. Dado que la gravedad actúa permanentemente sobre una pendiente, los deslizamientos sólo ocurren cuando la fuerza de la gravedad excede la resistencia del material. Esto es distinto a algunas otras formas de erosión como las causadas por una corriente de agua, cuando cae una precipitación sobre una pendiente o el canal de un río.

El movimiento de los deslizamientos es perceptible y puede tomar la forma de caídas, deslizamientos, o flujos. Puede consistir en que el material caiga libremente por los

acantilados, o bien en masas fragmentadas o íntegras que se deslizan por los cerros y montañas, o en flujos fluidos. Los materiales pueden trasladarse a velocidades hasta de 200 kilómetros por hora o más y los deslizamientos pueden durar unos pocos segundos o minutos, incluso pueden ser movimientos graduales más lentos durante varias horas o aún días. En consecuencia, los deslizamientos son reconocidos en función del tipo de su movimiento.



Dibujo esquemático de un deslizamiento de tierras. Tomado de: <http://www1.ceit.es/Asignaturas/Ecologia/Hipertexto/08RiesgN/08-5Des.jpg>

El movimiento masivo de roca firme y materiales no consolidados tiene como resultado, por tanto, diferentes tipos, magnitudes y velocidades de desplazamientos. El área con peligro potencial de deslizamientos normalmente se conoce, ya sea por datos históricos o por la memoria de los más ancianos del lugar.

Los típicos rasgos que caracterizan a los deslizamientos incluyen:

* bloques caóticos de roca firme cuya única fuente parece estar pendiente arriba,

* las crestas rocosas cuyos extremos apuntan hacia abajo en pendientes que parecen normales,

* protuberancias anormales con vegetación alterada en la base de la pendiente,

* grandes depósitos de rocas sedimentarias competentes, u otro tipo de roca estratificada, desplazadas hacia abajo sin evidencia alguna de asociación tectónica y,

* lenguas de flujos de lodo que se extienden a partir de la base de una huella claramente erosionada, compuesta de material no compactado. Un buen conocimiento de la geología estructural del área de estudio permite poner en perspectiva estas anomalías superficiales. Además, los deslizamientos pueden ocurrir en pendientes suaves así como fuertes, según las características del terreno.

Los deslizamientos de tierra o movimientos masivos de rocas y material no consolidado, tal como suelos, lodo y derrubios volcánicos, son mucho más comunes de lo que creemos. Muchas personas son

conscientes de los deslizamientos catastróficos, pero pocas saben que los deslizamientos a pequeña escala son un problema constante para los profesionales dedicados a las actividades del diseño y la construcción. Estos técnicos, frecuentemente, pueden aumentar el problema de los deslizamientos de tierra por una insuficiente planificación, problemas que son solventables si se reconoce el riesgo desde un comienzo y recibe una adecuada atención entre los planificadores y el equipo de construcción antes de la proyección detallada de la actuación.

Para saber más:

<http://www.oas.org/usde/publications/Unit/oea65s/begin.htm#Contents>

Desprendimiento de rocas

Los deslizamientos de laderas y desprendimientos de rocas son algunos de los procesos geológicos naturales más comunes en la superficie de la Tierra, aunque muchas intervenciones del hombre en la Naturaleza favorecen este tipo de riesgos. Forman parte del ciclo natural del terreno, ya que la erosión y la gravedad actúan constantemente para transportar materiales de las

zonas más altas hacia abajo, hasta que se estabilizan en su movimiento.

En el caso de los desprendimientos, los fragmentos de roca se separan de un talud y caen saltando por el aire de manera caótica, en buena parte de su recorrido.

Sin embargo, en los deslizamientos, son capas enteras de terreno las que se mueven sobre el material firme que tienen por debajo. En su movimiento siguen uno o varios planos de corte del terreno.

Factores que influyen en la estabilidad de las laderas

El que una pendiente permanezca estable o sufra un deslizamiento depende de la unión de varios factores, entre los que están los siguientes:

* Características del terreno: las zonas montañosas con fuertes vertientes son las que con más facilidad sufren deslizamientos, aunque en ocasiones las pendientes suaves son suficientes para originarlos si la roca está muy suelta o hay mucha agua en el subsuelo.

* Condiciones climáticas: en las regiones lluviosas suele haber espesores grandes de materiales alterados por la erosión y el nivel

freático suele estar alto por lo que, en conjunto, se facilitan mucho los deslizamientos. Las lluvias intensas características de nuestras latitudes son el principal factor desencadenante de deslizamientos en España.

* Macizos rocosos con fallas y fracturas: tienen especial importancia en los desprendimientos. En España, la mayoría de las caídas de rocas y otros materiales tiene lugar en lugares en los que el terreno tiene abundantes fracturas y se ha ido produciendo erosión en la base de sus laderas. En estos lugares cuando llueve intensamente fácilmente se producen los desprendimientos.

* Erosión: los ríos, el mar u otros procesos van erosionando la base de las laderas y provocan gran cantidad de deslizamientos. En las costas españolas estos fenómenos son muy comunes y provocan el retroceso de los acantilados, sobre todo en las costas del Atlántico, en Canarias y en Baleares.

* Expansividad de las arcillas: las arcillas tienen la propiedad de que al empaparse de agua aumentan su volumen. Esto supone que los terrenos arcillosos en climas en los que alternan periodos secos con otros húmedos se deforman y empujan taludes, rocas, carreteras, etc. provocando deslizamientos y desprendimientos.

* Acciones antrópicas: los movimientos de tierras y excavaciones que se hacen para construir carreteras, ferrocarriles, edificaciones, presas, minas al aire libre, etc. rompen los perfiles de equilibrio de las laderas y facilitan desprendimientos y deslizamientos. Además normalmente se quitan los materiales que están en la base de la pendiente que es la zona más vulnerable y la que soporta mayores tensiones lo que obliga a fijar las laderas con costosos sistemas de sujeción y a estar continuamente rehaciendo las vías de comunicación en muchos lugares.

Aludes de nieve

En las zonas de alta montaña, en las que la nieve se acumula en las laderas, es importante tener en cuenta el riesgo de los aludes. Su fuerza destructiva puede ser muy grande y peligrosa. En algunos de ellos se han llegado a medir fuerzas de impacto cincuenta veces mayores de la necesaria para derribar una casa y velocidades de caída de la nieve de hasta 350 kilómetros por hora.

La mayoría de los aludes se producen durante el invierno y especialmente durante las nevadas y en las 24 horas siguientes. Cuando han caído 30 ó más centímetros de nieve en laderas empinadas ya hay

riesgo de avalancha. Con unos 70 cm de nieve, el riesgo amenaza incluso en las zonas en las que normalmente no suelen haber aludes.



Alud de nieve. Tomado de:

<http://icc.ucv.cl/obrasviales/caminosmontana.htm>

Las avalanchas de invierno suelen ser de nieve seca y en polvo, pero también se producen aludes cuando el tiempo es soleado y caluroso, por ejemplo en primavera, y comienza a fundirse la nieve. El agua fundida favorece el deslizamiento de masa de nieve densa que pueden ser muy peligrosas para las personas y las construcciones.

Otros factores que favorecen los aludes pueden ser la intensidad de la nevada, el viento, los cambios de temperatura mientras nieva, las características del terreno y de la vegetación.

Para saber más:

<http://www1.ceit.es/Asignaturas/Ecologia/Hipertexto/08RiesgN/140MovTierr.htm> Movimientos de tierras y aludes.

Hundimiento de tierras

Los hundimientos en el terreno son fenómenos geológicos que se desarrollan generalmente en terrenos planos, que se hunden verticalmente de manera violenta o de forma gradual por diversos motivos, tanto naturales como antrópicos.

Los hundimientos debidos a causas naturales son:

* Hundimiento: Caída del suelo por agentes del subsuelo.

* Asentamiento: los materiales edáficos se redistribuyen en el subsuelo y originan un descenso en las capas superficiales. Esto ocurre en terrenos con abundancia de limos y arcillas bajo una presión litostática.

* Colapso: Es la caída violenta de un terreno producto del movimiento de las capas infrayacentes, provocando un desbalance en el suelo. Los colapsos pueden ser producidos por la disolución de rocas del subsuelo, principalmente calizas y otras rocas más solubles aún, como las

evaporitas. Estos colapsos reciben el nombre de dolinas, simas o hundimientos kársticos.

Los hundimientos debidos a causas antrópicas pueden ser:

* Colapso: Se produce también una caída violenta, pero debido a la extracción de rocas del subsuelo por procesos mineros y por extracción de fluidos en el subsuelo por actividades petroleras o por sobreexplotación de las aguas subterráneas.

* Compactación: Es originado por el hombre cuando acomete obras tales como cortes de terreno, uniendo todo el material retirado para crear de forma caótica superficies planas, aunque ideales para la construcción. El material removido de los cortes contiene mayor cantidad de aire que, al extenderlo en formas laminares y construir sobre ellos, el aire contenido se expulsa, compactando la superficie.

Para saber más:

<http://geologiaucv.netfirms.com/Descargas/GeologiaAmbiental/Tarea5.htm> el ejemplo de Venecia.

http://www.el-mundo.es/elmundo/2003/graficos/oct/s1/index_ave.html Relacionado: los problemas del AVE Madrid-Lleida.

¿Porqué buscamos vida en Marte? Entre la Biología y la Geología.

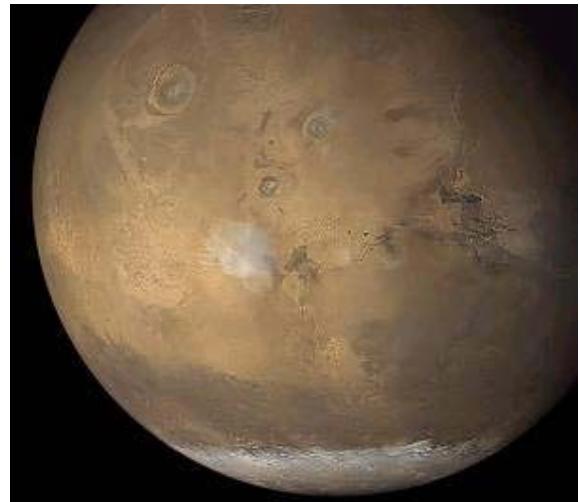
Objetivo del tema

Comentar las razones de porqué el hombre se empeña en buscar cualquier forma de vida más allá de las fronteras de nuestro planeta es algo inútil. Desde que el hombre es consciente de su propia existencia, levanta la cabeza para mirar el cielo, intentando escudriñar sus secretos. Paralelamente al progreso de la Tecnología, las formas de investigar el espacio se han ido desarrollando o, visto con otra perspectiva, gracias al ansia humana por saber si “la verdad está ahí fuera”, el hombre ha encaminado sus pasos tecnológicos hacia la investigación de este fin. El objetivo de este tema es descubrir estos pasos y conocer si, algún día, obtendremos respuestas a nuestras preguntas...

Introducción

El planeta Marte es nuestro vecino en la galaxia y es similar a la Tierra en numerosos aspectos, porque tiene muchos de los mismos sistemas que caracterizan al planeta que constituye nuestro hogar. Al igual que la Tierra, Marte posee una atmósfera, una hidrosfera, una criosfera y una litosfera. En otras palabras, Marte tiene sistemas de aire, agua, hielo y geología que interactúan de manera

combinada para producir el medio ambiente marciano. Lo que no sabemos todavía es si Marte alguna vez desarrolló o mantuvo una biosfera, es decir, un entorno en el cual la vida pudiera prosperar.



Fotografía del planeta Marte obtenida por la cámara MOC (Mars Orbiter Camera) de la nave espacial Mars Global Surveyor.

Tomado de:

<http://www.ecojoven.com/dos/05/marte.jpg>

Por ello, desde la década de los 60 estamos enviando sondas de exploración que fotografíen su superficie a corta distancia, hasta llegar a entrar en su órbita y realizar complejas fotografías tridimensionales de toda la superficie marciana, con datos magnéticos y de temperatura. En Febrero de 2.004 el mundo entero asistió a las primeras imágenes enviadas desde la superficie por dos rovers de exploración, llamados Spirit y Opportunity, que recogerán además

muestras de suelo para que sean analizados e investigar si existe o existió, vida en Marte.

Cronología viajera al Planeta Rojo

Entre 1962 y 1973, el Laboratorio de Propulsión a Reacción (JPL) de la NASA diseñó y construyó 10 sondas denominadas Mariner para explorar el Sistema Solar interno. Visitarían los planetas Venus, Marte por primera vez y volverían a Venus y Marte para realizar observaciones cercanas adicionales. Las sondas Mariner eran exploradores robóticos relativamente pequeños, con un peso inferior a la media tonelada (sin incluir el combustible del cohete).



Sonda mariner 2. Tomado de:

<http://www.supercable.es/~sondas/imagenes/mariner2.jpg>

- Las Mariner 3 y 4 eran sondas idénticas, diseñadas para llevar a

cabo los primeros sobrevuelos de Marte. La Mariner 3 fue lanzada en Noviembre de 1964, pero el carenado que protegía la sonda por encima del cohete no se abrió correctamente y no logró llegar a Marte. Tres semanas más tarde, la Mariner 4 fue lanzada exitosamente en un viaje de ocho meses hacia el planeta rojo.

La nave sobrevoló Marte el 14 de julio de 1965 y recopiló nuestras primeras fotos a corta distancia de otro planeta. Las fotografías, reproducidas desde un pequeño grabador de cinta durante un largo período, mostraron cráteres de impacto de tipo lunar (los cuales recién se estaban comenzando a fotografiar a corta distancia en la luna), algunos de ellos “pintados” con escarcha en el helado atardecer marciano. No se esperaba que la sonda Mariner 4 sobreviviera más de ocho meses. En realidad duró cerca de tres años en órbita solar, lo que permitió continuar estudios a largo plazo del medio ambiente del viento solar y efectuar mediciones coordinadas con la Mariner 5, una nave gemela lanzada a Venus en 1967.

- En 1969, las sondas Mariner 6 y 7 completaron la primera misión dual a Marte, sobrevolando su ecuador y las regiones polares del sur. Analizaron la atmósfera y la superficie

marcianas con sensores remotos y también grabaron y retransmitieron cientos de fotografías. Por casualidad, ambas volaron sobre regiones de cráteres y ninguna detectó los volcanes gigantes del norte y el gran cañón ecuatorial, descubiertos más tarde. Las imágenes tomadas durante la aproximación mostraron que las figuras oscuras de la superficie vistas desde la Tierra hacía tanto tiempo no eran canales, como se interpretó alguna vez en el siglo XIX.



Imagen de uno de los volcanes más importantes del Planeta Marte: el Monte Olimpo. Tomado de:

<http://www.upv.es/satelite/trabajos/pracGrupo15/Marte/History/Mariner/Multimed/Marte03.jpg>

- Las sondas Mariner 8 y 9 constituyeron el tercer y último par de la serie de misiones Mariner enviadas a Marte por la NASA

durante la década 1960 y comienzos de la década de 1970. Ambas estaban diseñadas para ser las primeras sondas orbitadoras de Marte y marcaron una transición en nuestra exploración del planeta rojo, sobrevolando el planeta hasta la permanencia en órbita a su alrededor.

Lamentablemente, la Mariner 8 falló durante su lanzamiento el 8 de mayo de 1971. La Mariner 9 fue lanzada exitosamente el 30 de mayo de 1971. Se convirtió en el primer satélite artificial de Marte cuando llegó al planeta y entró en órbita, para continuar orbitando por cerca de un año. La sonda Mariner 9 completó su transmisión final el 27 de octubre de 1972.

Mariner 9 observó una gran tormenta de polvo que oscurecía por completo el planeta. Los controladores de tierra enviaron a la nave comandos de esperar hasta que la tormenta cesara, el polvo se asentara y la superficie fuera claramente visible antes de compilar su mosaico global de imágenes de alta calidad de la superficie marciana. La tormenta persistió durante un mes, pero una vez que el polvo se aplacó, la Mariner 9 procedió a revelar un planeta muy distinto al que se esperaba. Las imágenes ostentaban gigantescos volcanes y un gran cañón que se extendía a lo largo de 4800 kilómetros por su superficie.

Más sorprendente aún, en el paisaje de este planeta aparentemente seco y polvoriento estaban tallados los restos de antiguos lechos de ríos. La Mariner 9 excedió todas las expectativas fotográficas iniciales, pues logró mapear fotográficamente el 100 por ciento de la superficie del planeta. La nave aportó además las primeras fotos a corta distancia de las dos pequeñas e irregulares lunas marcianas: Fobos y Deimos.



La luna de Marte Fobos, imagen obtenida por la sonda Mariner 9. Tomado de:

<http://www.upv.es/satelite/trabajos/pracGrupo15/Marte/History/Mariner/Multimed/Fobos.gif>

- A mediados de los 70, el proyecto Viking de la NASA se convirtió en la primera misión en posar una nave con seguridad sobre la superficie de otro planeta. Se construyeron dos naves espaciales idénticas. Cada una consistía en un módulo de amortiguamiento y un orbitador. Ambos pares de orbitador-módulo de amortiguamiento volaron e ingresaron a la órbita de Marte juntos. Luego, los módulos de

amortiguamiento se separaron y descendieron sobre la superficie del planeta. Los últimos datos procedentes del módulo de amortiguamiento Viking 2 llegaron a la Tierra en abril de 1980. El Viking 1 efectuó su última transmisión a Tierra en noviembre de 1982.

- Tras un intervalo de 17 años desde su última misión al planeta rojo, los Estados Unidos lanzaron el Observador de Marte (*Mars Observer*) en 1992. La nave espacial estaba basada en un satélite de comunicaciones en órbita terrestre convertido en orbitador de Marte. El equipamiento de instrumentos científicos fue diseñado para estudiar la geología, la geofísica y el clima marcianos.

La misión terminó con otra gran desilusión el 22 de agosto de 1993, cuando se perdió contacto con la nave poco antes del momento en que debía entrar en órbita alrededor del planeta rojo. Los instrumentos científicos del Observador de Marte están ahora volando en otros dos orbitadores: el Explorador Global de Marte y el 2001 Odisea a Marte.

- La sonda Pathfinder enviada a Marte fue diseñada originalmente como una demostración tecnológica de cómo enviar un módulo de amortiguamiento con instrumental y un rover robótico autónomo a la superficie del planeta rojo. Cuando

llegó en 1997, la sonda usó un método innovador para entrar directamente en la atmósfera marciana. Fue asistida por un paracaídas para disminuir su velocidad de descenso a través de la tenue atmósfera marciana y utilizó un gigantesco sistema de bolsas de aire para amortiguar el impacto. El sitio de amortizaje fue una antigua planicie aluvial en el hemisferio norte de Marte conocida como Ares Vallis, que está ubicado en medio de una de las partes más rocosas de Marte. Fue elegido porque los científicos creían que se trataba de una superficie relativamente segura para descender, pero que además contenía una amplia variedad de rocas depositadas durante una catastrófica inundación. Los hallazgos de las investigaciones llevadas a cabo por los instrumentos científicos, tanto en el módulo de amortizaje como en el rover, sugieren que en algún momento de su pasado, Marte fue tibio y húmedo, con presencia de agua en estado líquido y una atmósfera más densa.

- El Explorador Global de Marte o *Mars Global Surveyor*, se convirtió en la primera misión exitosa al planeta rojo en dos décadas cuando fue lanzado en noviembre de 1996, y entró en órbita en Septiembre de 1997. Tras un año y medio de ajuste de su órbita desde una elipse repetida hasta una trayectoria circular

alrededor del planeta, la nave inició su misión de mapeo principal en marzo de 1999. Observó el planeta desde una baja altitud, en órbita casi polar, durante el curso de un año marciano completo, equivalente a casi dos años terrestres.



El Explorador Global de Marte o *Mars Global Surveyor*. Tomado de: <http://zebu.uoregon.edu/~js/ast121/images/mars-global-surveyor.jpg>

El Explorador Global de Marte completó recientemente su misión primaria en Enero de 2001 y se encuentra ahora en una fase extendida de la misión, que en la actualidad está en la fase de estudiar toda la superficie marciana, la atmósfera y el interior, y ha enviado a la Tierra más datos acerca del planeta rojo que todas las demás misiones combinadas.

Entre los descubrimientos científicos clave realizados hasta ahora, el

Explorador Global ha tomado fotos de las características hondonadas y flujos de detritos que sugieren la existencia de fuentes de agua líquida, similares a un acuífero, en la superficie del planeta o cerca de ella. Las lecturas magnetométricas muestran que el campo magnético del planeta no se genera globalmente en el núcleo del mismo, sino que se ubica en áreas específicas de la corteza. Los nuevos datos sobre la temperatura y las imágenes en primer plano de la luna marciana Fobos muestran que su superficie está compuesta de un material polvoriento de por lo menos 1 metro de espesor, causado por millones de años de impactos meteoríticos. Los datos del altímetro láser de la nave han brindado a los científicos las primeras imágenes tridimensionales del polo norte de Marte.

- El Orbitador Climático de Marte o *Mars Climate Orbiter*, se lanzó en Diciembre de 1998 y fue diseñado para funcionar como satélite meteorológico interplanetario y transpondedor para asistir en las comunicaciones con la Sonda Polar de Marte. El orbitador llevaba dos instrumentos científicos: una copia del sondador atmosférico que llevaba el Observador de Marte, perdido en 1993, y un nuevo generador liviano de imágenes color, con una combinación de cámaras con lentes mediano y gran angular.

El Orbitador Climático de Marte se perdió a su llegada en Septiembre de 1999. Los ingenieros llegaron a la conclusión de que la nave ingresó a la atmósfera del planeta a una altura demasiado baja y probablemente se incendió.

- En Enero de este mismo año, la Sonda Polar de Marte (*Mars Polar Lander/Deep Space 2*) tenía la misión de posar una nave espacial en los suelos helados cercanos al borde del casquete polar al sur de Marte y cavar para encontrar agua helada con un brazo robótico. El módulo llevaba dos pequeñas sondas llamadas Espacio Profundo 2, diseñadas para impactar en la superficie marciana y probar nuevas tecnologías. Las naves Sonda Polar de Marte y Espacio Profundo 2 se perdieron a su llegada el 3 de diciembre de 1999.



Dibujo de la sonda Mars Polar Lander.
Tomado de:

http://nssdc.gsfc.nasa.gov/image/spacecraft/mars_polar_lander.jpg

- La *Mars Odyssey* fue lanzada en 2001 (con ese nombre, no podía ser menos). La Odisea a Marte es un orbitador diseñado para determinar la composición de la superficie del planeta, a fin de detectar agua y hielo a escasa profundidad, como también para estudiar la radiación ambiental.

Se pensaba desde hace tiempo que la superficie de Marte consiste en una mezcla de roca, polvo y materia helada. Sin embargo, la composición exacta de estos materiales es prácticamente desconocida. *Odyssey* recogerá imágenes que serán usadas para identificar los minerales presentes en los suelos y las rocas de la superficie, así como para estudiar procesos geológicos de menor escala y características de los sitios de amartizaje. Al medir la cantidad de hidrógeno hasta el primer metro de profundidad del suelo a lo largo de todo el planeta, la nave nos ayudará a comprender de cuánta agua podría disponerse para exploraciones futuras, y también nos dará pistas acerca de la historia climática del planeta. El orbitador tomará datos de radiación ambiental, con el objeto de establecer los riesgos potenciales para posibles exploradores humanos y poder actuar como transpondedor de comunicaciones para los módulos de amartizaje en el futuro.

- En Junio de 2003 sale hacia Marte la *Mars Express*, y llegó en

Diciembre del mismo año. Esta es una misión conjunta entre la NASA y la ESA (Agencia Espacial Europea). El principal objetivo de la misión es buscar agua en el subsuelo desde la órbita y enviar el módulo de amartizaje que lleva consigo a la superficie marciana. Siete instrumentos científicos a bordo de la nave orbitante estudiarán la atmósfera marciana, la estructura del planeta y su geología.

El módulo de amartizaje ha sido llamado *Beagle 2* en memoria del barco en el cual navegó Charles Darwin al explorar áreas desconocidas de nuestro planeta en 1831. Tan pronto se apoye en la superficie, el *Beagle 2* realizará una investigación de exobiología y geoquímica.

El compromiso de la NASA con la misión incluye el desarrollo conjunto del instrumento radar con la agencia espacial; apoyo a coinvestigadores científicos de los Estados Unidos; coordinación de sistemas de transpondedores de radio para asegurar la interoperabilidad de las diferentes naves espaciales; una contribución de hardware al instrumento analizador energético de átomos neutros; y la provisión de soporte de localización de respaldo durante las fases críticas de la misión por parte de la red de espacio profundo de la NASA.

- Al mes siguiente de lanzar la Mars Express, salen también camino a Marte dos vehículos Rovers, con llegada en Febrero de 2004. Con mucha mayor movilidad que el Pathfinder a Marte de 1997, estos exploradores robóticos son capaces de recorrer hasta 100 metros por día marciano a lo largo de la superficie. Cada vehículo lleva un sofisticado juego de instrumentos que le permitirá buscar en el planeta evidencias de presencia de agua en estado líquido en el pasado. Los vehículos son idénticos, pero “amartizarán” en diferentes regiones de Marte. Estos vehículos reciben los nombres de *Spirit* y *Opportunity*.



Vehículo espacial enviado al Planeta Marte, Spirit. Tomado de:

http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/image/mars2003_rover.jpg

Ambos amortizajes se asemejaron al de la misión Pathfinder. El paracaídas se despliega para disminuir la velocidad de la nave espacial, se disparan cohetes para

desacelerarla aún más inmediatamente antes del impacto y las bolsas de aire se inflan para amortiguar el amortizaje. Al tocar la superficie marciana, la nave espacial rebota cerca de una docena de veces y podría rodar hasta un kilómetro. Al detenerse, las bolsas de aire se desinflan y repliegan, y se abren una serie de placas como pétalos, que llevan al módulo de amortizaje a una posición vertical, descubriendo el rover.

La porción de la misión depositada en la superficie, presenta un diseño totalmente diferente al de la misión Pathfinder. Mientras que la sonda Pathfinder tenía instrumentos científicos tanto en el módulo de amortizaje como en el pequeño rover *Sojourner*, estos vehículos más grandes llevan todos sus instrumentos con ellos. Inmediatamente después de posarse, cada rover inicia el reconocimiento de la zona de amortizaje, tomando imágenes panorámicas de 360° grados tanto en el rango de luz visible como en el infrarrojo. Luego, ambos dejarán atrás la estructura de pétalos, para alejarse e iniciar la exploración.

Usando imágenes y espectros tomados diariamente desde los rovers, los científicos guían al vehículo hacia los objetivos de rocas y suelos de interés, para evaluar su

composición y textura a escalas microscópicas. Los objetivos iniciales pueden estar cerca de los sitios de amartizaje, pero posteriormente pueden encararse objetivos más alejados. Estos vehículos están capacitados para desplazarse, en un solo día marciano, casi tan lejos como el Sojourner lo hizo durante toda su misión.

Las rocas y los suelos serán analizados con un juego de cinco instrumentos en cada vehículo, usando una herramienta especial llamada "RAT" o herramienta de abrasión de roca, para exponer las superficies nuevas de las rocas a los fines del estudio. Cada rover tiene una masa de 150 kilogramos y un alcance de hasta 100 metros por sol o día marciano. Las operaciones en superficie durarán por lo menos 90 soles, extendiéndose hasta fines de mayo de 2004, pero podrían continuar por más tiempo, dependiendo de la supervivencia de los vehículos.

Objetivos de la misión a Marte

El estudio del planeta rojo tiene una serie de objetivos a medio y largo plazo: determinar si existió vida alguna vez en Marte; caracterizar su clima y su geología y prepararse para la exploración humana de Marte.

Precisamente, entre estos descubrimientos de Marte, uno destaca entre todos: la posible presencia de agua líquida, ya sea en su pasado remoto o conservada en la actualidad en el subsuelo. La presencia de agua es clave, porque casi en cualquier sitio de la Tierra donde encontramos agua, encontramos vida. Si Marte tuvo alguna vez agua líquida, o aún la tiene hoy día, la pregunta de si alguna vida microscópica se pudo haber desarrollado en su superficie es inevitable. ¿Habrá evidencia de vida en el pasado de este planeta? En tal caso, ¿podría alguna de esas diminutas criaturas vivientes existir aún hoy?

La exploración de la existencia de agua debe pasar por entender el actual medio ambiente marciano. Es necesario examinar los rasgos físicos observados, tales como lechos de ríos secos, hielo en los casquetes polares y tipos de rocas que sólo pueden formarse en presencia de agua. Tal y como ocurre en condiciones terrestres, hay que buscar fuentes de aguas calientes, fumarolas hidrotermales o reservas de agua en el subsuelo. Con estos datos, se pretende averiguar si el antiguo planeta Marte albergó alguna vez un inmenso océano en el hemisferio norte, tal como algunos científicos creen, y de qué modo Marte pudo transformarse de un

medio ambiente acuoso al clima reseco y árido que tiene en el presente. Por ello, hay que estudiar la historia geológica y climática del planeta para descubrir cómo, cuándo y por qué Marte soportó cambios tan drásticos que le convirtieron en el planeta de hoy día.

Para saber más:

<http://www.xtec.es/recursos/astronom/mars/indexs.htm>

<http://marsprogram.jpl.nasa.gov/marte/missions/>

<http://marsprogram.jpl.nasa.gov/missions/> En inglés, idem.

<http://www.elmundo.es/elmundo/2004/graficos/jun/s4/cassini.html> Última hora: Ya no es Marte, sino Saturno...

Nota aclaratoria acerca de este Proyecto

Los materiales, tanto en formato texto como en formato gráfico que aparecen en esta Guía, así como la utilidad de su información, han sido buscados por las autoras y examinadas las páginas web dónde se encuentran alojados.

Con dicha información se ha elaborado un texto en lenguaje divulgativo e imágenes alusivas a éste, fácilmente (es nuestro deseo) entendible para tod@s.

Dichos materiales han sido extraídos de Internet y todos aquellos usados para la elaboración de esta guía están referenciados en ella, tanto para los textos como para los materiales gráficos.

Al ser éste un material que se encuentra en formato de tipo multimedia, como es Internet, hemos optado por elaborarlo a partir de páginas encontradas en este medio para la divulgación científica; webs de Organismos o Instituciones e incluso de autores particulares, citando expresamente todo lo que aquí se encuentra.

No estando seguros de que este material esté sometido a la Ley de Propiedad Intelectual y no queriendo vulnerarla, aunque nuestro ánimo no

es el lucro, es nuestra voluntad el retirar este material en cuanto alguien acredite tener mayor derecho, pidiendo disculpas por anticipado por los perjuicios que podamos haber provocado involuntariamente.

Consultas bibliográficas:

Ley de la Propiedad Intelectual, (R.D. 1/1996 de 12 de Abril), en: http://www.mcu.es/propint/files/Ley_Prop_Intelectual_mod171.pdf

Propiedad Intelectual e Industrial en Internet, en: <http://www.eumed.net/cursecon/ecoinet/legislacion/Propiedad.htm>