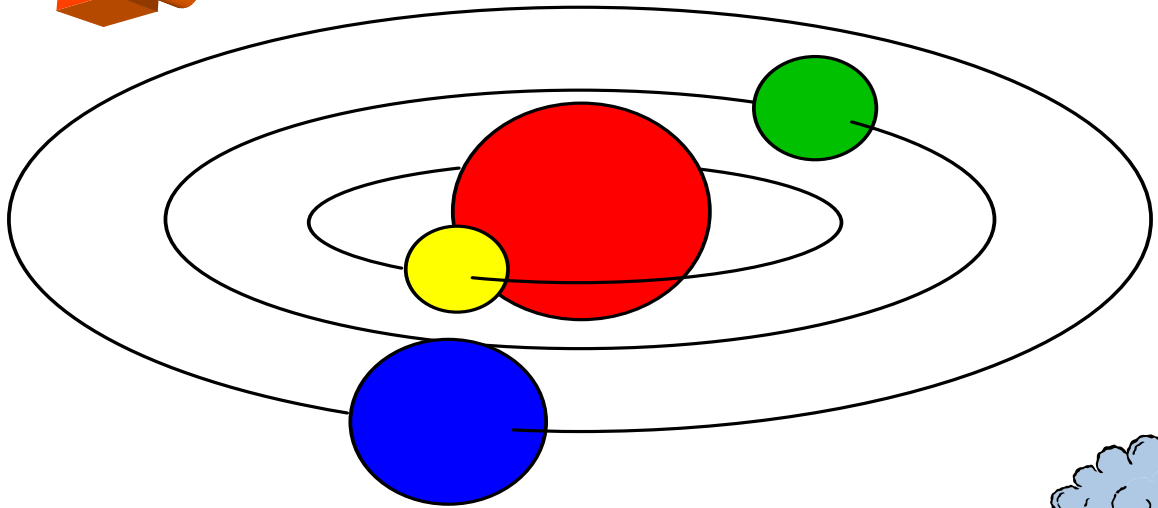


La nave Tierra



**Problemas
medioambientales**

**Actividades
(alumno)**

ÍNDICE

UNIDAD DIDÁCTICA 6. LA NAVE TIERRA	4
Introducción.....	4
Objetivos didácticos	5
Contenidos	5
CAPÍTULO 1. EL PLANETA TIERRA.....	7
Actividad web: Información sobre el Sistema solar.....	7
Actividad web: La Tierra en el Universo.....	8
Actividad web: Ejercicios online sobre El Sistema solar	8
Movimiento.....	9
Composición de la atmósfera (capas).....	9
La atmósfera	10
La Hidrosfera.....	10
Actividad web: Webquest sobre el ciclo del agua	11
La Litosfera.....	12
Actividad web: Ejercicios online sobre La Tierra.....	13
El Manto	14
El núcleo.....	15
Actividad web: Placas tectónicas terrestres y terremotos.....	16
Actividad web: Placas tectónicas terrestres.....	17
Actividad web: Colección de minerales de Cristalline (UNED):	17
Actividad web: Minerales y rocas.....	17
Clasificación de las rocas por su origen.....	18
Actividad web: Minerales y rocas. Ciclo de las rocas.....	19
Fluido térmico interno.....	19
Edad y origen de la Tierra.....	20
Magnetismo terrestre	20
Polos magnéticos	20
Campo magnético de la Tierra	21
Paleomagnetismo.....	21
Gravitación	21
Las fuerzas.....	22
Actividad web: Composición de fuerzas. Suma de vectores.....	24
Actividad web: Componentes de una fuerza.....	24
Ley de gravitación universal.....	24
Efecto de la rotación y aceleración	24
Práctica de laboratorio:	25
Vídeo sobre la gravedad	26
CAPÍTULO 2. PROBLEMAS MEDIOAMBIENTALES.....	28
Actividad web: Medio ambiente. Ayuntamiento de Zaragoza.....	28
Actividades de estudio	28
Actividades de apoyo	28
Puesta en común sobre los temas estudiados	29
Elaboración del material de la exposición.....	29
Preparación de una encuesta	29
Montaje de la exposición.....	29
Estudio estadístico de los resultados de la encuesta	29
RECAPITULACIÓN	30
Conceptos sobre el planeta Tierra	30
Conceptos sobre problemas medioambientales	30
Prueba final de la unidad	31
ANEXOS	32
ANEXO I. Mareas negras.....	32
Vertidos petroleros más importantes de la historia	32
Actividad web: Sobre el Prestige y las mareas negras.....	33
ANEXO II. Vivir en microgravedad.....	34

Nuestro cuerpo	35
Biotecnología.....	35
Materiales interesantes	35
El proceso de la combustión	36
Como dar esquinazo a esa fuerte atracción.....	36
ANEXO III. Los fluorocarbonos y sus sustitutos	37
Compuestos clorados y bromados.....	37
Protocolo de Montreal	39
Sustitutos de los CFCs.....	39
Reunión de Copenhague	40
La reconstitución de la capa de ozono tardará más de lo previsto.	41
ANEXO IV. ¿Qué implica que haya agua en Marte? Diciembre 2006.....	43
Ríos y lagos.....	43
ANEXO V. Calentamiento global. Diciembre 2006 nº 239 (geomirador)	44

UNIDAD DIDÁCTICA 6. LA NAVE TIERRA

Introducción

Esta unidad didáctica tiene una intención triple: por un lado, instruir a los alumnos sobre los principales problemas medioambientales que afectan a nuestro planeta en el ámbito global; en segundo lugar, que sean los propios alumnos y alumnas los que busquen y seleccionen la información necesaria para su estudio, y, por último, que planifiquen y lleven a cabo una exposición sobre el tema.

La sensibilización de nuestros alumnos y nuestras alumnas por la salud global de nuestro planeta sigue en aumento, como ocurre con el conjunto de la sociedad. Sin embargo, a menudo nos encontramos con que ese interés no lleva aparejado un conocimiento de la estructura y la dinámica del planeta suficiente para poder interpretar y enjuiciar la avalancha de noticias sobre el tema a que nos tienen acostumbrados los medios de comunicación.

A este respecto, entre las intenciones de la etapa de E.S.O. está la de aportar a los alumnos y las alumnas los conocimientos necesarios para poder construir una interpretación propia del medio que les rodea y desarrollar en ellos y ellas elementos de juicio para poder opinar con fundamento (y en su caso elegir) sobre aquellas realidades científicas y tecnológicas que incidan en su vida. Es necesario, por tanto, que los problemas medioambientales de mayor repercusión entren en nuestras aulas para intentar documentarlos con los conocimientos científicos actuales.

En las unidades didácticas anteriores hemos trabajado la situación problemática del medio ambiente a través de aspectos muy concretos y próximos a los alumnos y las alumnas, como el consumo de agua o la proliferación de basuras, y teniendo como referencia para la reflexión la limitación de los recursos naturales.

En esta ocasión, ampliamos nuestra perspectiva para estudiar el problema medioambiental del planeta en su conjunto, considerándolo como un todo inseparable. Trataremos problemas como el efecto invernadero o el deterioro de la capa de ozono, que tienen una dimensión cualitativamente distinta de la limitación de recursos antes apuntada.

Debemos procurar que el tratamiento del medioambiente a escala planetario no nos aleje de la idea de que su conservación depende del buen estado de cada uno de sus rincones, desde el bosque más extenso hasta el menor espartal, y que nuestros alumnos y nuestras alumnas asuman la idea de que la conservación del planeta en términos globales depende también de las actitudes y los comportamientos individuales.

El estudio de estos temas en este nivel educativo suele encontrarse con la complejidad de algunos de los conceptos implicados. Sin embargo, estarnos convencidos de que los alumnos y las alumnas pueden conocer y discutir la salud del planeta sin necesidad de una conceptualización excesiva, si disponen de los materiales adecuados. La estrategia básica en que se apoyan las actividades propuestas es el trabajo en equipo de búsqueda y elaboración de información. Las revistas y algunos libros de divulgación tienen el nivel que nos interesa, pero la búsqueda puede extenderse a otros medios de información.

A lo largo de la unidad, los alumnos y las alumnas van a preparar una exposición sobre los temas estudiados; para ello deberán poner en juego varias destrezas: habilidades manuales, técnicas gráficas, capacidad de planificación, etc. Sería útil poder contar con el apoyo de los profesores del área de plástica, o mejor aún, organizar la actividad conjuntamente.

Objetivos didácticos

- Buscar y seleccionar información para documentarse sobre el tema propuesto.
- Explicar en qué consisten y por qué son producidos los siguientes desequilibrios medioambientales: efecto invernadero, desertificación, deterioro de la capa de ozono y descenso de la biodiversidad.
- Explicar la diferencia cualitativa entre contaminación química y contaminación radiológica.
- Conocer y discutir razonadamente opiniones contrarias sobre los problemas medioambientales mencionados y sus posibles soluciones.
- Conocer los efectos positivos o negativos que producen nuestros hábitos de consumo y comportamiento sobre la conservación del medio ambiente.
- Explicar los principales fenómenos de movimiento de materia en el planeta.
- Ser capaz de planificar y realizar una exposición monográfica.
- Utilizar los recursos plásticos, de expresión escrita y de expresión gráfica para elaborar y transmitir información.
- Diseñar una encuesta de opinión.
- Realizar el estudio estadístico de los resultados de dicha encuesta. Representar el conjunto de datos por medio de diagramas. Calcular los parámetros básicos: media, mediana y moda en aquellos ítems donde sea posible.
- Elaborar un informe escrito sobre el trabajo desarrollado.

Contenidos

El conjunto de los contenidos de los primeros bloques (de Matemáticas) pueden tratarse en esta unidad didáctica, en mayor o menor medida, dependiendo del grado de competencia del alumnado en cada caso concreto y de la organización última que adopte la programación de aula (tanto en esta unidad didáctica como en las anteriores). Dentro de ello, la mayor parte de los recursos instrumentales a utilizar proceden del bloque “Representación y Tratamiento de la información”. En esta unidad aparecen por primera vez en el área conceptos y procedimientos estadísticos que, por otra parte, deben sustentarse sobre los conocimientos sobre porcentajes que tanto se practicaron en el curso pasado.

Del resto de los bloques, es posible tratar los siguientes contenidos:

a) Conceptos:

- Materias primas. Obtención de materiales. Repercusiones medioambientales.
- La energía y la sociedad actual. Energías alternativas.
- Influencia de la conservación del medio ambiente en la calidad de vida.
- Consecuencias del desarrollo tecnológico para la salud y la calidad de vida.
- Dinámicas del aire y el agua en la naturaleza.
- Cambios en los ecosistemas producidos por la acción humana.
- Estructura de nuestro planeta. Materiales predominantes.

b) Procedimientos:

- Empleo de fuentes de información sobre la situación energética actual.
- Investigaciones sobre problemas relacionados con la salud.
- Recogida de datos sobre factores determinantes de la calidad del medio ambiente.
- Interpretación/elaboración de gráficas y tablas sobre datos físico-químicos del medio natural.
- Análisis crítico de actuaciones humanas en el medio a partir de recogida de datos.
- Debate sobre los efectos medioambientales que comportan los avances tecnológicos.

c) Actitudes:

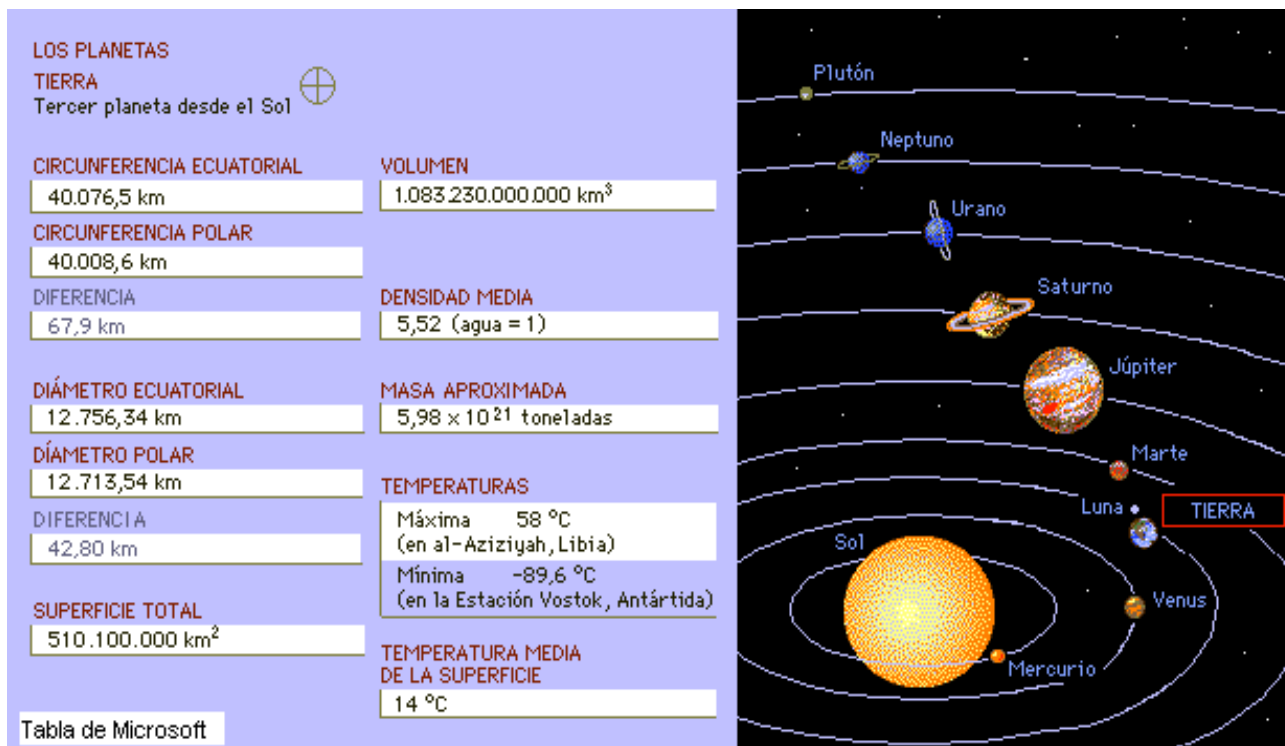
- Valoración de la importancia de los recursos naturales.

- Valoración de la disponibilidad actual de materiales y de sus contrapartidas sociales y medioambientales
- Toma de conciencia de la limitación de los recursos energéticos no renovables.
- Toma de conciencia del deterioro medioambiental debido al consumo de energía.
- Valoración crítica de la innovación tecnológica por sus consecuencias para la calidad de vida y la salud personal.
- Respeto por los espacios, objetos y circunstancias que aportan calidad de vida en las ciudades.
- Cuidado y respeto por el medio físico y los seres vivos.
- Predisposición hacia hábitos de consumo basados en la reutilización, el reciclaje e y el ahorro.
- Valoración de los recursos naturales y de la necesidad de un uso adecuado.
- Reconocimiento de la necesidad de una gestión adecuada de los recursos naturales.
- Valoración de los espacios naturales de nuestra comunidad, e interés por su conservación.
- Sentido crítico ante las actividades humanas que degradan el medio.
- Defensa del medio ambiente, con argumentos fundamentados, ante actividades que lo degradan.

CAPÍTULO 1. EL PLANETA TIERRA

La Tierra es el tercer planeta desde el Sol y quinto en cuanto a tamaño de los ocho planetas principales. La distancia media de la Tierra al Sol es de 149.503.000 km. Es el único planeta conocido que tiene vida, aunque algunos de los otros planetas tienen atmósferas y contienen agua.

La Tierra no es una esfera perfecta, sino que está achatada por los polos. Cálculos basados en las perturbaciones de las órbitas de los satélites artificiales revelan que la Tierra es una esfera imperfecta porque el ecuador se engrosa 21 km; el polo norte está dilatado 10 m y el polo sur está hundido unos 31 metros.



A.1. ¿Qué diferencias crees que habrá entre las atmósferas de los planetas del sistema solar?

Actividad web: Información sobre el Sistema solar.

El Sistema solar, los planetas rocosos y los planetas gaseosos

<http://www.astromia.com/solar/index.htm>

Completa en tu cuaderno las frases siguientes:

- El sol contiene el % de toda la materia del sistema solar.
- Los científicos creen que el sistema solar se formo hace millones de años.
- La temperatura media superficial del sol es de °C y la de La Tierra °C.
- Los planetas rocosos son:
- Los planetas gaseosos son:

A.2. Busca información de la distancia media de cada planeta con el Sol.

A.3. La distancia entre la Tierra y el Sol también se le llama unidad astronómica. ¿Cuál es la distancia al Sol de cada planeta en unidades astronómicas?

A.4. Escribe en tu cuaderno las principales características, diámetro, circunferencia, superficie, masa y temperaturas, del planeta Tierra.

Actividad web: La Tierra en el Universo.

Unidad LibrosVivos.net (temasclave): **La Tierra en el universo**

<http://www.librosvivos.net/smtc/homeTC.asp?TemaClave=1030>

Responde, en el cuaderno, a las siguientes cuestiones ayudándote de la página web anterior:

1) El Sistema Solar.

Cita cinco tipos de cuerpos planetarios que podemos encontrar en el sistema solar.

Cita los cuatro planetas interiores y sus características. Pincha sobre cada uno para comprobar su tamaño relativo.

Cita los cuatro planetas exteriores y sus características. Pincha sobre cada uno para comprobar su tamaño relativo.

¿Qué es Plutón? ¿Qué fue hasta el 2006?

2) El planeta Tierra.

¿Cuál es el “planeta azul” de nuestro sistema solar? ¿Por qué?

Explica algo sobre las tres grandes capas terrestres.

Cita las partes y características de la geosfera.

3) La Tierra se mueve.

Explica los dos movimientos más importantes de la Tierra.

Explica la importancia de la inclinación del eje terrestre.

Completa las frases de la actividad: ¿Dónde está el punto?

4) La Luna.

Cita las fases de la Luna y sus propiedades.

¿Qué son los eclipses? Explica los dos más importantes.

Actividad web: Ejercicios online sobre El Sistema solar

Paquete de actividades multimedia (incluye sonidos) sobre el sistema solar y sus planetas y satélites, los eclipses, las fases de la luna.... Está en versión Java también por lo que se puede utilizar como ejercicio de pizarra digital. [Pincha en **verlo (applet)**]

http://clic.xtec.net/db/act_es.jsp?id=1069

Actividades:

1) Ordenar planeta – nombre y sus características.

2) Unir nombres a clases de astros.

3) Completar palabras.

4) Colocar los astros para provocar eclipses.

5) Fases de La Luna.

6) Rellenas huecos.

7) Ordenar por cercanía al Sol.

8) Características de Io.

9) Información sobre Júpiter.

10) Sopa de letras sobre Júpiter

11) Información sobre Neptuno.

12) Seleccionar astros del sistema solar.

13) Ordenar un nombre. Con el péndulo demostró.

14) Responder a preguntas.

15) Clasificar los planetas por su tamaño.

16) Unir científicos con hechos o teorías.

17) Afirmaciones correctas.

Realiza todas las actividades y responde, en el cuaderno, a las actividades 2, 3, 6, 7, 10, 13, 14, 16 y 17.

Movimiento

Al igual que todo el Sistema Solar, la Tierra se mueve por el espacio a razón de unos 20,1 km/s o 72.360 km/h hacia la constelación de Hércules. Sin embargo, la galaxia Vía Láctea como un todo, se mueve hacia la constelación Leo a unos 600 km/s. La Tierra y su satélite, la Luna, también giran juntas en una órbita elíptica alrededor del Sol. La excentricidad de la órbita es pequeña, tanto que la órbita es prácticamente un círculo. La circunferencia aproximada de la órbita de la Tierra es de 938.900.000 km y nuestro planeta viaja a lo largo de ella a una velocidad de 107.131 km/h.

Además de estos movimientos primarios, hay otros componentes en el movimiento total de la Tierra como la precesión (adelanto) de los equinoccios (20-21 marzo y 22-23 septiembre) y la nutación (una variación periódica en la inclinación del eje de la Tierra provocada por la atracción gravitacional del Sol y de la Luna).

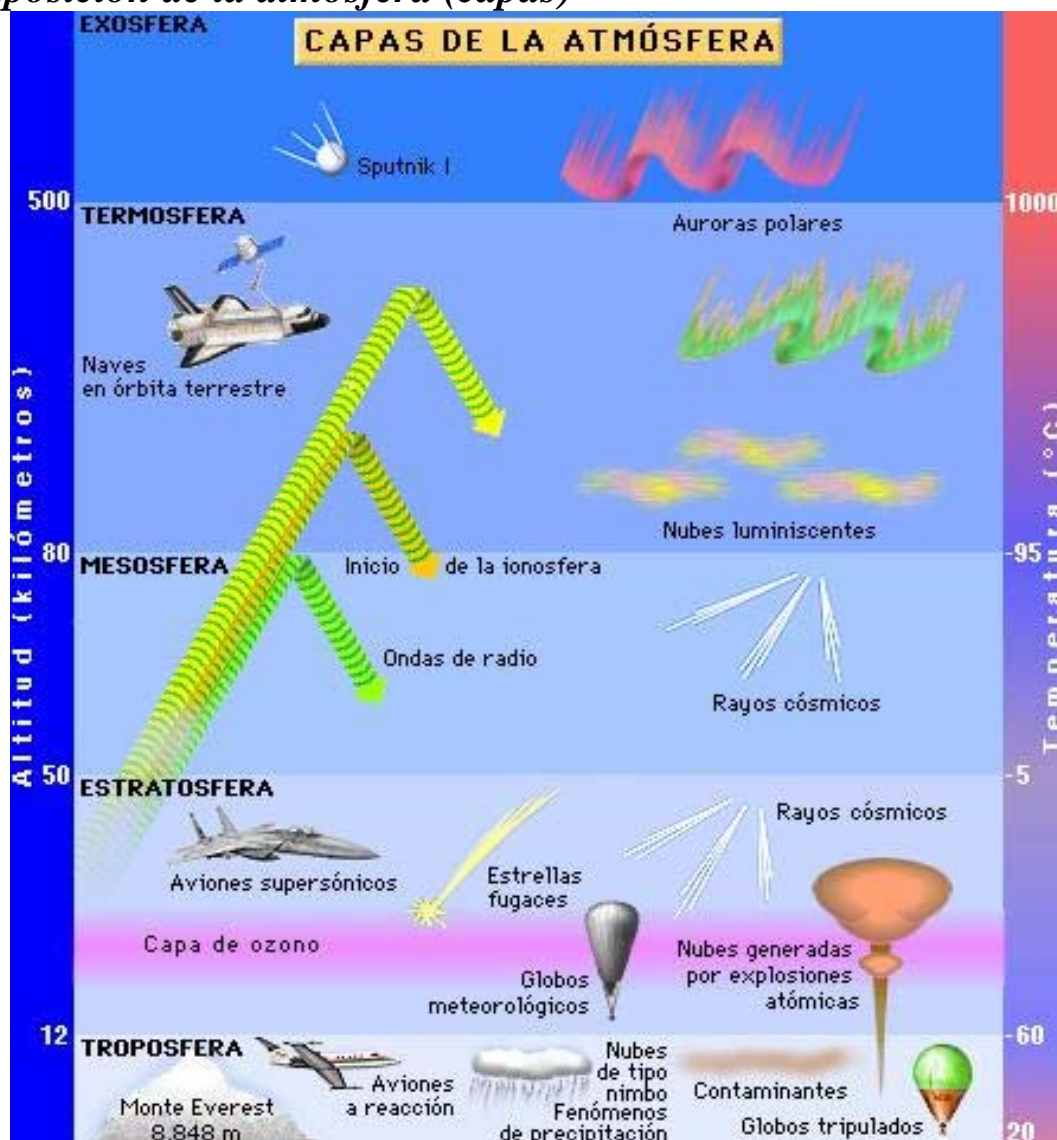
A.5. ¿Qué es una órbita elíptica? Dibújala.

A.6. ¿Qué es la excentricidad de la órbita elíptica?

A.7. ¿Qué son los equinoccios terrestres?

A.8. A partir de la longitud de la circunferencia y de la velocidad de la Tierra alrededor del Sol, calcula el tiempo que tarda en dar una vuelta completa.

Composición de la atmósfera (capas)



Se puede considerar que la Tierra se divide en cinco partes: la atmósfera que es gaseosa, la hidrosfera que es líquida y la litosfera, el manto y el núcleo que son sólidos.

La atmósfera es la cubierta gaseosa que rodea el planeta. Aunque tiene un grosor de más de 10.000 km, aproximadamente la mitad de su masa se concentra en los 5,6 km más bajos.

La hidrosfera es la capa de agua que, en forma de océanos, cubre el 70,8 % de la superficie de la Tierra. La litosfera, compuesta sobre todo por la fría, rígida y rocosa corteza terrestre, se extiende a profundidades de 100 km.

El manto y el núcleo son el pesado interior de la Tierra y constituyen la mayor parte de su masa.

La atmósfera

Es la capa gaseosa que envuelve la Tierra. Tiene un espesor de 10.000 km.

Está formada por aire, cuya composición en la capa más baja es 78 % de N₂, 21 % de O₂, vapor de agua, dióxido de carbono, y gases nobles: argón, helio, etc. ;)

Según la temperatura se distinguen las siguientes capas: Troposfera; Estratosfera; Mesosfera; Termosfera y Exosfera

Exosfera: De 500 a los 10.000 km. Es la capa de la atmósfera en la que los gases poco a poco se dispersan hasta que la composición es similar a la del espacio interplanetario, donde existe prácticamente el vacío. En esta capa la temperatura no varía y el aire pierde sus cualidades fisicoquímicas

Termosfera. Se extiende entre los 80 y los 500 km. A los 100 km la temperatura es similar a la de la superficie terrestre pero a los 350 km es de 1000 °C.

La **mesosfera** está comprendida entre los 50 y los 80 km, La temperatura disminuye hasta los –90°C en el límite superior. En la mesosfera y la termosfera está la llamada ionosfera, donde la presencia de iones es importante para las comunicaciones (refleja las ondas de radio).

Ionosfera: región ionizada por el bombardeo producido por la radiación solar. Comprende aproximadamente a la mesosfera y a la termosfera. Llega hasta una altura de unos 500 km.

En la **estratosfera** la temperatura no varía hasta los 20 km, aumentando hasta los 0 °C en su límite superior. Entre los 12 y los 50 km. Se encuentra en ella la ozonosfera (entre los 15 y los 35 km). En la ozonosfera está el ozono estratosférico que absorbe la mayor parte de la radiación ultravioleta procedente del Sol que es muy perjudicial para la vida.

La **troposfera** tiene 12 km de espesor. Es muy importante porque en ella existe vida y se dan fenómenos atmosféricos. Cada km que ascendemos la temperatura baja 6,5 °C, alcanzando –60 °C en el límite superior.

Las divisiones entre una capa y otra se denominan respectivamente tropopausa, estratopausa, mesopausa y termopausa.

La Hidrosfera

La hidrosfera engloba la totalidad de las aguas del planeta, incluidos los océanos, mares, lagos, ríos y las aguas subterráneas. La masa de los océanos es de 1.350.000.000.000.000.000 (1,35 × 10¹⁸) toneladas, o el 1/4.400 de la masa total de la Tierra.

Este elemento juega un papel fundamental al posibilitar la existencia de vida sobre la Tierra, pero su cada vez mayor nivel de alteración puede convertir el agua de un medio necesario para la vida en un mecanismo de destrucción de la vida animal y vegetal.

A) El agua salada: océanos y mares

El agua salada ocupa el 71% de la superficie de la Tierra y se distribuye en los siguientes océanos:

- El océano Pacífico, el de mayor extensión, representa la tercera parte de la superficie de todo el planeta. Se sitúa entre el continente americano y Asia y Oceanía.
- El océano Atlántico ocupa el segundo lugar en extensión. Se sitúa entre América y los continentes europeo y africano.
- El océano Índico es el de menor extensión. Queda delimitado por Asia al Norte, África al Oeste y Oceanía al Este.
- El océano Glacial Ártico se halla situado alrededor del Polo Norte y está cubierto por un inmenso casquete de hielo permanente.

El océano Glacial Antártico rodea la Antártida y se sitúa al Sur de los océanos Pacífico, Atlántico e Índico.

Los márgenes de los océanos cercanos a las costas, más o menos aislados por la existencia de islas o por penetrar hacia el interior de los continentes, suelen recibir el nombre de mares.

B) El agua dulce

El agua dulce, que representa solamente el 3% del agua total del planeta, se localiza en los continentes y en los Polos. En forma líquida en ríos, lagos y acuíferos subterráneos y en forma de nieve y hielo en los glaciares de las cimas más altas de la Tierra y en las enormes masas de hielo acumuladas entorno al Polo Norte y sobre la Antártida.

C) El ciclo del agua

En la Tierra el agua se encuentra en permanente circulación, realiza un círculo continuo llamado ciclo del agua.

Actividad web: Webquest sobre el ciclo del agua

(CEIP SAN WALABONSO - Niebla (Huelva))

http://www.juntadeandalucia.es/averroes/sanwalabonso/wqyct/mq_agua/ciclodelagua.htm

Realiza el trabajo de grupo propuesto, grupos de 3 o 4 componentes.

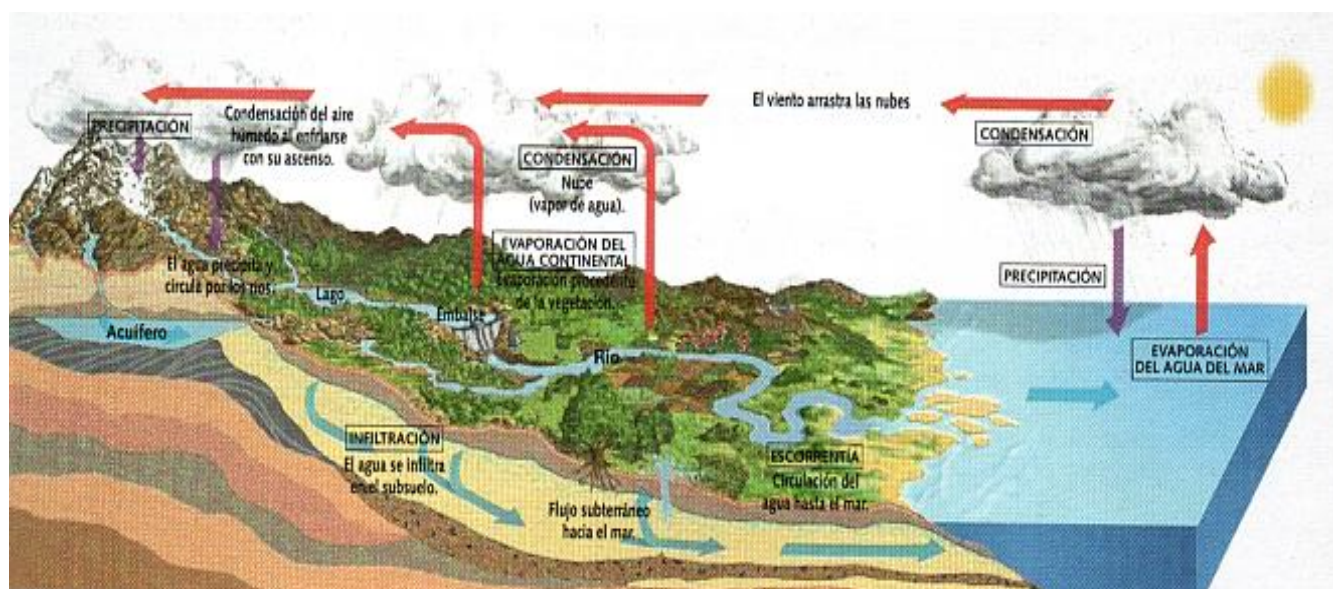
Y recuerda que:

El trabajo se habrá superado si la carpeta del grupo tiene:

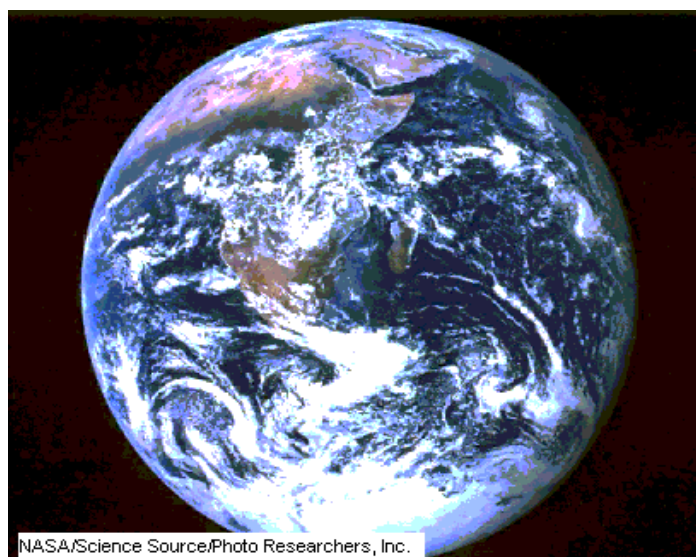
1. Información suficiente y adecuada sobre el agua.
2. Si los tres estados han sido analizados.
3. Imágenes relacionadas con el proceso del ciclo del agua.
4. Si cada miembro del grupo ha colaborado en el trabajo de forma responsable.

El agua de los océanos, lagos y ríos y la humedad de las zonas con abundante vegetación se evapora debido al calor. Cuando este vapor de agua se eleva comienza a enfriarse y a condensarse en forma de nubes, hasta que finalmente precipita en forma de lluvia, nieve o granizo.

El ciclo se cierra con el retorno del agua de las precipitaciones al mar, la escorrentía, a través de las corrientes superficiales, los ríos, y de los flujos subterráneos del agua infiltrada en el subsuelo, los acuíferos.



La hidrosfera se compone principalmente de océanos, pero en sentido estricto comprende todas las superficies acuáticas del mundo, como mares interiores, lagos, ríos y aguas subterráneas. La profundidad media de los océanos es de 3.794 m, más de cinco veces la altura media de los continentes.



Una atmósfera rica en oxígeno, temperaturas moderadas, agua abundante y una composición química variada permiten a la Tierra ser el único planeta conocido que alberga vida.

La Litosfera

La litosfera es la capa externa de la Tierra y está formada por materiales sólidos, engloba la corteza continental, de entre 20 y 100 km de espesor, y la corteza oceánica, de unos 10 km de espesor. Se presenta dividida en placas tectónicas que se desplazan lentamente sobre la astenosfera, capa de material fluido que se encuentra sobre el manto superior.

Las tierras emergidas son las que se hallan situadas sobre el nivel del mar y ocupan el 29% de la superficie del planeta. Su distribución es muy irregular, concentrándose principalmente en el Hemisferio Norte o continental, dominando los océanos en el Hemisferio Sur o marítimo.

	Profundidad	Densidad(g/cm³)	Estado físico
La litosfera	20-100 km	2,7-3,5	Sólido
Manto	2.900 km	5,6	Sólido
Núcleo Externo	5.120 km	9,9	Fluido
Núcleo interno	6.370 km	13	Sólido

Las rocas de la litosfera tienen una densidad media de 2,7 veces la del agua y se componen casi por completo de 11 elementos, que juntos forman el 99,5% de su masa. El más abundante es el oxígeno (46,60% del total), seguido por el silicio (27,72%), aluminio (8,13%), hierro (5,0%), calcio (3,63%), sodio (2,83%), potasio (2,59%), magnesio (2,09%) y titanio, hidrógeno y fósforo (totalizando menos del 1%).

Además, aparecen otros 11 elementos en cantidades del 0,1 al 0,02%. Estos elementos, por orden de abundancia, son: carbón, manganeso, azufre, bario, cloro, cromo, flúor, circonio, níquel, estroncio y vanadio. Los elementos están presentes en la litosfera casi por completo en forma de compuestos más que en su estado libre.

Actividad web: Ejercicios online sobre La Tierra.

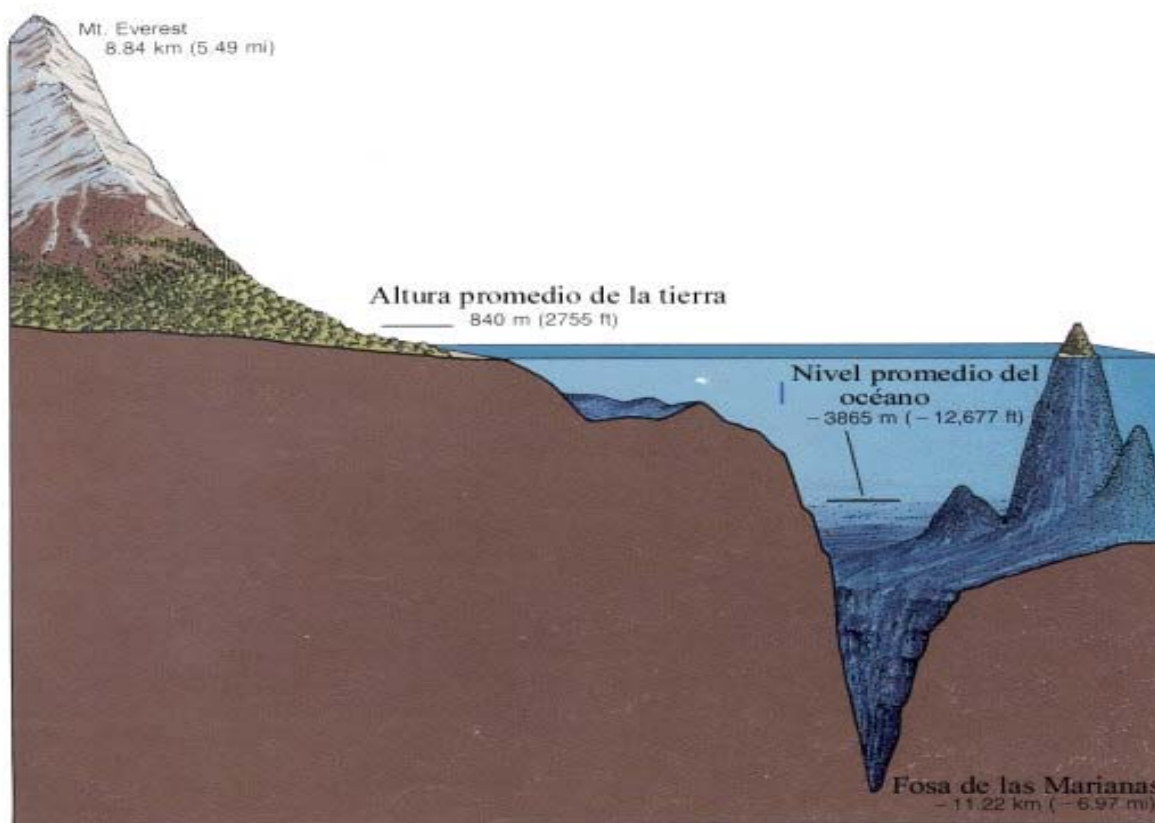
Paquete de actividades sobre nuestro planeta. Trabaja temas como las capas de la tierra, las estaciones, los movimientos de rotación y translación, los paralelos y meridianos, etc. También incluye actividades sobre la luna: características físicas de nuestro satélite, las fases, la cara visible y la cara oculta.

http://clic.xtec.net/db/act_es.jsp?id=1077

Actividades: [Pincha en **verlo (applet)**]

- 1) Elige respuesta.
- 2) Empareja.
- 3) Encuentra parejas.
- 4) Forma parejas.
- 5) Une partes de cada frase.
- 6) Une mitades de cada frase.
- 7) Busca respuesta correcta.
- 8) Pincha afirmaciones correctas.
- 9) Empareja.
- 10) Deducción lógica
- 11) 5 frases correctas.
- 12) 2 afirmaciones correctas.
- 13) Une texto fotografía.
- 14) Identifica fases de La Luna.

Realiza todas las actividades y responde, en el cuaderno, a las actividades 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9.



La litosfera se divide en unas doce placas tectónicas rígidas. Además la litosfera o corteza terrestre se divide en dos partes. La corteza siálica o superior, de la que forman parte los continentes, está constituida por rocas cuya composición química media es similar a la del granito y cuya densidad relativa es de 2,7. La corteza simática o inferior, que forma la base de las cuencas oceánicas, está compuesta por rocas ígneas más oscuras y más pesadas como el gabro y el basalto, con una densidad relativa media aproximada de 3.

El Manto

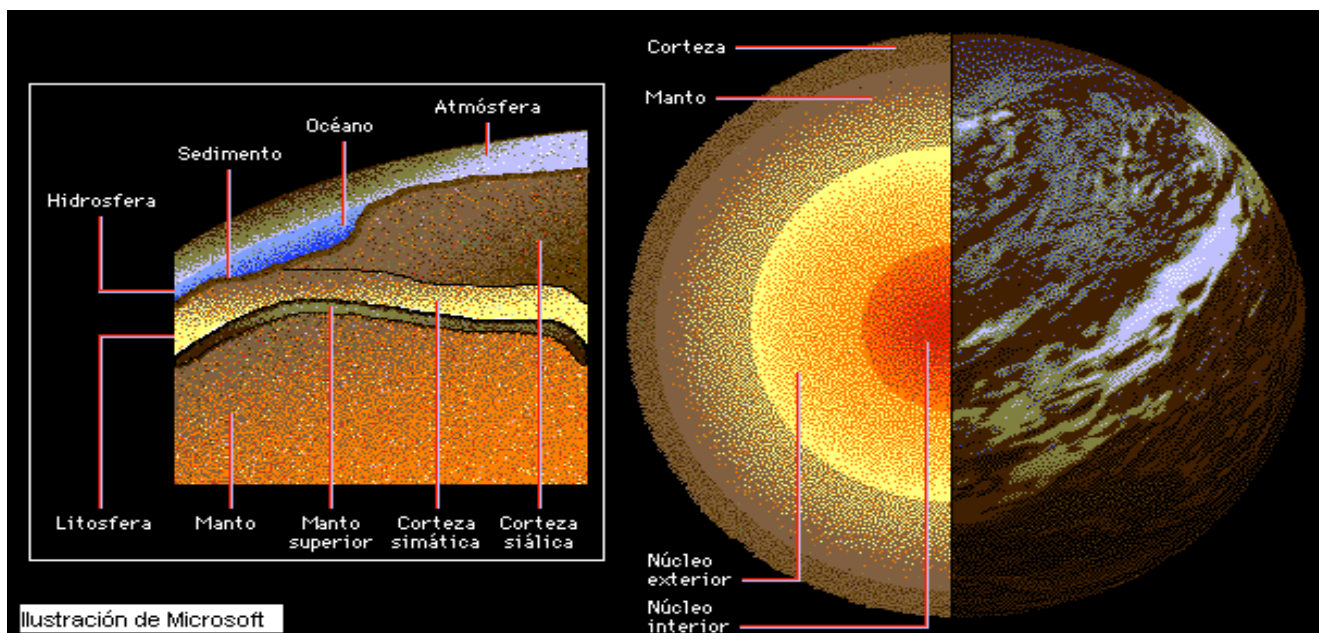
El denso y pesado interior de la Tierra se divide en una capa gruesa, el manto, que rodea un núcleo esférico más profundo. El manto se extiende desde la base de la corteza hasta una profundidad de unos 2.900 km. Excepto en la zona conocida como astenosfera, es sólido y su densidad, que aumenta con la profundidad, oscila de 3,3 a 6.

El manto superior está separado de la corteza por una discontinuidad sísmica, la discontinuidad de Mohorovicic, y del manto inferior por una zona débil conocida como astenosfera. Las rocas plásticas y parcialmente fundidas de la astenosfera, de 100 km de grosor, permiten a los continentes trasladarse por la superficie terrestre y a los océanos abrirse y cerrarse. El manto superior se compone de hierro y silicatos de magnesio como el olivino y la parte inferior de una mezcla de óxidos de magnesio, hierro y silicio.

El núcleo

La investigación sismológica ha demostrado que el núcleo tiene una capa exterior de unos 2.225 km de grosor con una densidad relativa media de 10. Esta capa es probablemente rígida y los estudios demuestran que su superficie exterior tiene depresiones y picos, y estos últimos se forman donde surge la materia caliente. Por el contrario, el núcleo interior, cuyo radio es de unos 1.275 km, es sólido. Se cree que ambas capas del núcleo se componen en gran parte de hierro con un pequeño porcentaje de níquel y de otros elementos. Las temperaturas del núcleo interior pueden llegar a los 6.650 °C y se considera que su densidad media es de 13.

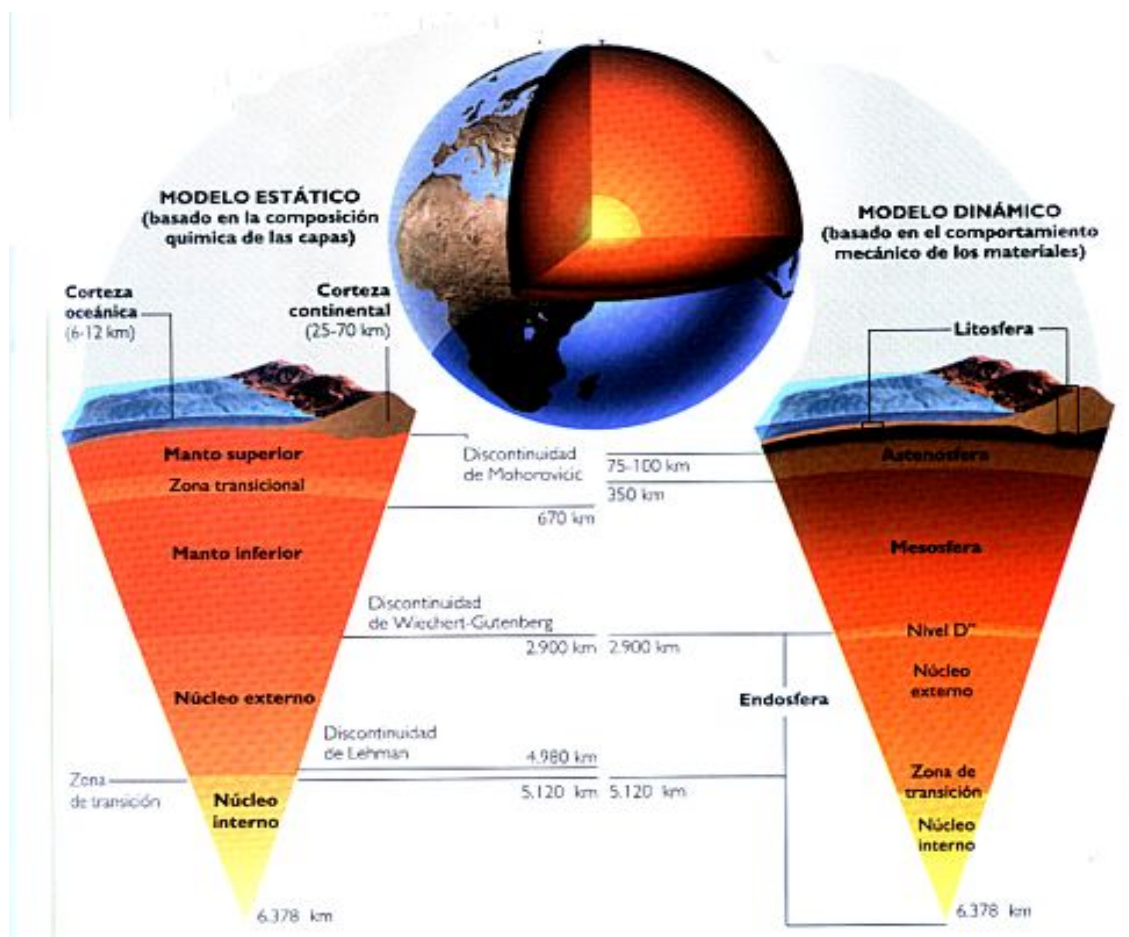
Corte transversal de la Tierra



La Tierra se compone de una serie de capas. La exterior, gaseosa, llamada atmósfera, tiene un grosor de unos 1.100 km. Los océanos y los lagos constituyen la hidrosfera, la capa de agua que cubre el 70 % de la superficie terrestre. La litosfera, formada por los continentes y el suelo marino, es una capa rocosa que se extiende a una profundidad de unos 100 km. El denso estrato que rodea el núcleo interior de la Tierra se llama manto y alcanza una profundidad de 2.900 km. Los radios combinados de los núcleos interior y exterior tienen 3.500 km de longitud. El núcleo puede alcanzar temperaturas de hasta 6.650 °C.

A.9. Busca el grosor (en km) de cada una de las cinco partes o capas de la Tierra.

A.10. Dibuja sobre un sector circular las partes de la Tierra proporcionalmente a su tamaño real.



A.11. Dibuja en un círculo, dos sectores (de colores) que correspondan a la parte de superficie terrestre cubierta por agua y a la sumergida.

A.12. ¿Qué características hacen que la atmósfera terrestre sea ideal para la vida?

A.13. Escribe el nombre, símbolo y % de los 11 elementos químicos más abundantes en la litosfera.

A.14. ¿Qué son las placas tectónicas? ¿Qué efectos tienen en la superficie terrestre?

A.15. ¿Qué es la astenosfera? ¿Dónde la localizas exactamente?

Actividad web: Placas tectónicas terrestres y terremotos.

Animación Flash sobre Terremotos

<http://www.deciencias.net/proyectos/consumer/mambiente/terremotos.htm>

- Cita las 15 capas tectónicas que distingue la animación.
- Localiza El cinturón de fuego y el de Los Alpides.

A.16. ¿Cuáles son las 7 placas tectónicas principales?

A.17. Escribe la tabla de los diez minerales según su dureza de la escala de Mohs.

A.18. ¿Qué diferencias hay entre los conceptos de roca y mineral?

Actividad web: Placas tectónicas terrestres.

Unidad didáctica sobre tectónica de placas dividida en varios apartados (teorías de la tectónica de placas, estructura de la litosfera, movimiento de las placas y sus consecuencias, formación del relieve y estructuras geológicas que resultan de la formación del relieve) que gracias a gráficos animados, actividades interactivas y simulaciones de experiencias, permiten al alumno su participación activa. Contienen además tests de autoevaluación, actividades resueltas "paso a paso" y propuestas de ampliación de contenidos.

<http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/2ESO/tierrin/actividades/presentaplacas/placas1.htm>

- Realiza los ejercicios propuestos y recógelos en tu cuaderno.

Actividad web: Colección de minerales de Cristalline (UNED):

Extensa y detallada información sobre minerales de la UNED. Con muchas fotografías. Se puede buscar un mineral desde 4 herramientas de búsqueda:

- * Orden alfabético, desde la A (Acantita) hasta la Z (Zeolita)
- * Clasificación según sea elemento nativo o formando óxidos, sulfuros, haluros, silicatos, sulfatos, carbonatos u otros compuestos químicos.
- * Composición según los elementos de la tabla periódica que componen el mineral.
- * Sistemas cristalinos como último apartado de búsqueda.

http://www.uned.es/cristamine/min_descr/busqueda/alf_mrc.htm

- Localiza los minerales que han salido en esta unidad y copia en tu cuaderno su fórmula química y alguna propiedad física relevante.

Actividad web: Minerales y rocas.

Actividad interactiva muy bien diseñada que explica fácilmente que son los minerales y las diferencias que existen con las rocas. La unidad está dividida en 4 apartados (características de los minerales, minerales que forman las rocas, minerales de interés económico y los tipos de rocas más importantes. Presenta actividades interactivas interesantes.

<http://www.librosvivos.net/smtc/homeTC.asp?TemaClave=1125>

Responde, en el cuaderno, a las siguientes cuestiones ayudándote de la página web anterior:

1) Los minerales.

¿Qué es un mineral?

¿Qué propiedades características nos sirven para diferenciarlos?

¿Qué es un mineral muy blando y un mineral muy duro?

2) Los minerales que forman rocas.

Los silicatos son el grupo de minerales más abundante en la naturaleza. ¿Qué % de la corteza terrestre está compuesta por ellos?

Cita 6 minerales que sean silicatos.

Y 3 minerales que no sean silicatos.

3) Minerales que forman yacimientos.

¿Qué minerales son mena del hierro?

¿Qué minerales son mena del cobre?

Cita características de tres metales que aparecen en la naturaleza en estado nativo.

Escribe los diez minerales de la sopa de letras clasificados en silicatos y metálicos.

4) Las rocas y sus usos.

Explica la diferencia entre rocas plutónicas, volcánicas, sedimentarias y metamórficas.

Cita tres ejemplos de cada clase.

A.19. Explica las características de los 3 tipos fundamentales de rocas: magmáticas, sedimentarias y metamórficas.

Clasificación de las rocas por su origen

Según como se originan las rocas se pueden agrupar en tres grandes bloques:

1- Rocas sedimentarias: Se formaron por la acción de los denominados procesos geológicos externos (erosión, transporte y sedimentación) causados por agentes como el viento, el agua (en sus diferentes estados) o los seres vivos.

Al sedimentarse, los materiales que las originaron se ordenaron en capas o estratos de dimensiones y extensión que pueden variar de unos a otros.

Los sedimentos, que originalmente serían blandos y, en principio, estarían empapados, con frecuencia se compactan posteriormente convirtiéndose en rocas totalmente rígidas, a causa de la precipitación química de las sustancias disueltas que acabaron rellenando hasta los poros más diminutos, actuando como el cemento en el hormigón.

Esta sedimentación puede haberse producido en un mar, a distintas profundidades, pero también en zonas costeras, marismas, etc. o áreas continentales como ríos, lagos, desiertos, etc.

Existen tres grandes grupos de rocas sedimentarias:

- **Rocas detríticas:** Están formadas por fragmentos de rocas preexistentes que se acumularon al disminuir la velocidad de las corrientes que los transportaron. Ejemplos: arenas, arcillas, gravas, cantos rodados, etc.

- **Rocas químicas:** Se forman por precipitación química de sustancias disueltas en agua. Podríamos decir que están formadas principalmente de cemento (sin apenas fragmentos), al revés que las detríticas. Ejemplos: calizas y margas.

- **Rocas orgánicas:** Están formadas principalmente por acumulaciones de restos de seres vivos. Los restos deben predominar en la roca, pues si no diríamos simplemente que es una caliza con fósiles. Estas rocas tienen un gran contenido de carbono, elemento más característico de los seres vivos, lo que hace que sean combustibles. Ejemplos: carbones y petróleo. El petróleo es la única roca líquida.

2- Rocas magmáticas o ígneas: Se forman en relación con la solidificación de magmas, ya sea en la superficie terrestre (rocas volcánicas) o en su interior, a veces a mucha profundidad (rocas plutónicas y filonianas). Estas últimas, si las encontramos hoy día en superficie se debe a que la erosión ha desmantelado a lo largo de millones de años todo lo que las cubría.

- **Rocas plutónicas:** Formadas por la solidificación de magmas en profundidad, se presentan en grandes masas llamadas batolitos. Es una roca muy dura, compacta y homogénea. Ejemplo: granito (se observan los granos minerales grises de cuarzo, blanco-opacos de feldespato, y negro en laminillas brillantes de mica (biotita).

En superficie es frecuente que tengan líquenes, algunos verdosos (esto es frecuente en las rocas silíceas). Otro ejemplo es el gabro.

- **Rocas filonianas:** representan magmas u otros productos de origen ígneo que se han introducido en grietas (en el interior terrestre). Allí se han enfriado y, en consecuencia, ahora presentan geometría de filón que corta, atravesando, las rocas entre las que se metió. Ejemplo: los pórfidos.

- **Rocas volcánicas:** Se forman por el enfriamiento de lavas que solidificaron en la superficie terrestre en conos volcánicos, o a muy poca profundidad (por ejemplo en sus chimeneas). El magma en contacto con la atmósfera se enfría rápidamente por lo que sus componentes minerales forman granos muy finos). Ejemplos: basalto y la obsidiana.

3.- Rocas metamórficas: Son rocas que se originan por transformaciones de otras anteriores causadas por altas presiones o temperaturas. Las altas temperaturas de los magmas que aquí existieron afectaron a las rocas mediante transformaciones de sus minerales, o su aumento de tamaño (recristalización).

Ejemplos:

- **Mármol.** Se origina a partir de la caliza que existiría previamente. Está formado por cristales de calcita que distinguimos a simple vista. Se raya y reacciona al ácido como la caliza. Si es puro resulta de color blanco o bastante claro, pero pequeñas impurezas de otros minerales pueden darle tonos variados.

- **Cuarcitas** (procedentes del metamorfismo de rocas silíceas) similares a las cuarcitas sedimentarias, pizarras, esquistos, etc.

- **Pizarras.** Son arcillas metamorfozadas. Presentan foliación muy recta, paralela y próxima. Generalmente son oscuras y con frecuencia contienen fósiles.

A.20. Haz un esquema con la clasificación de las rocas y ejemplos de cada clase.

Actividad web: Minerales y rocas. Ciclo de las rocas.

Tiene una presentación muy clara de las rocas y el paisaje. Está dividida en cuatro partes:

- Tipos de rocas: describe de manera breve y clara las 20 rocas más comunes. Con fotografías muy buenas de cada una de ellas.

- Ciclo de formación de las rocas: con animaciones flash

- Rocas y paisaje: fotografías muy buenas de paisajes de diferentes tipos de rocas, con un comentario breve.

- Historia geológica: reconstruye la historia geológica de los alrededores de Patones (al norte de Madrid). Lo hace de una manera muy didáctica, a partir del estudio de los diferentes tipos de rocas, explicando cómo se depositaron, por qué las encontramos en la superficie, su edad, sus transformaciones..... Y se acompaña de unos dibujos esquemáticos muy claros.

<http://www.ucm.es/info/diciex/programas/las-rocas/index.html>

Responde, en el cuaderno, a las siguientes cuestiones ayudándote de la página web anterior:

- Dibuja todos los esquemas, animaciones que aparecen en “El ciclo de las rocas”
- Visualiza las imágenes de rocas que aparecen en la clasificación anterior.

Fluido térmico interno.

El núcleo interno irradia continuamente un calor intenso hacia afuera, a través de las diversas capas concéntricas que forman la porción sólida del planeta. Se cree que la fuente de este calor es la energía liberada por la desintegración del uranio y otros elementos radiactivos. Las corrientes de convección dentro del manto trasladan la mayor parte de su energía térmica desde la profundidad de la Tierra a la superficie y son la fuerza conductora de la deriva de los continentes. El flujo de convección proporciona las rocas calientes y fundidas al sistema mundial de cadenas montañosas oceánicas y suministra la lava que sale de los volcanes.

Edad y origen de la Tierra

La investigación científica ha permitido calcular la edad de la Tierra en 4.650 millones de años. Aunque las piedras más antiguas de la Tierra datadas de esta forma, no tienen más de 4.000 millones de años, los meteoritos, que se corresponden geológicamente con el núcleo de la Tierra, dan fechas de unos 4.500 millones de años, unos 150 millones de años después de formarse la Tierra y el Sistema Solar.

Después de condensarse a partir del polvo cósmico y del gas mediante la atracción gravitacional, la Tierra habría sido casi homogénea y relativamente fría. Pero la continuada contracción de estos materiales hizo que se calentara. En la etapa siguiente de su formación, cuando la Tierra se hizo más caliente, comenzó a fundirse bajo la influencia de la gravedad. Esto produjo la diferenciación entre la corteza, el manto y el núcleo, con los silicatos más ligeros moviéndose hacia arriba para formar la corteza y el manto y los elementos más pesados, sobre todo el hierro y el níquel, sumergiéndose hacia el centro de la Tierra para formar el núcleo.

Al mismo tiempo, las erupciones volcánicas, provocaron la salida de vapores y gases volátiles y ligeros de manto y corteza. Algunos eran atrapados por la gravedad de la Tierra y formaron la atmósfera primitiva, mientras que el vapor de agua condensado formó los primeros océanos del mundo.

A.21. ¿Qué es la desintegración del uranio?

A.22. ¿Qué son las corrientes de convección?

A.23. Escribe en tu cuaderno el proceso de formación del planeta Tierra y su atmósfera.

Magnetismo terrestre

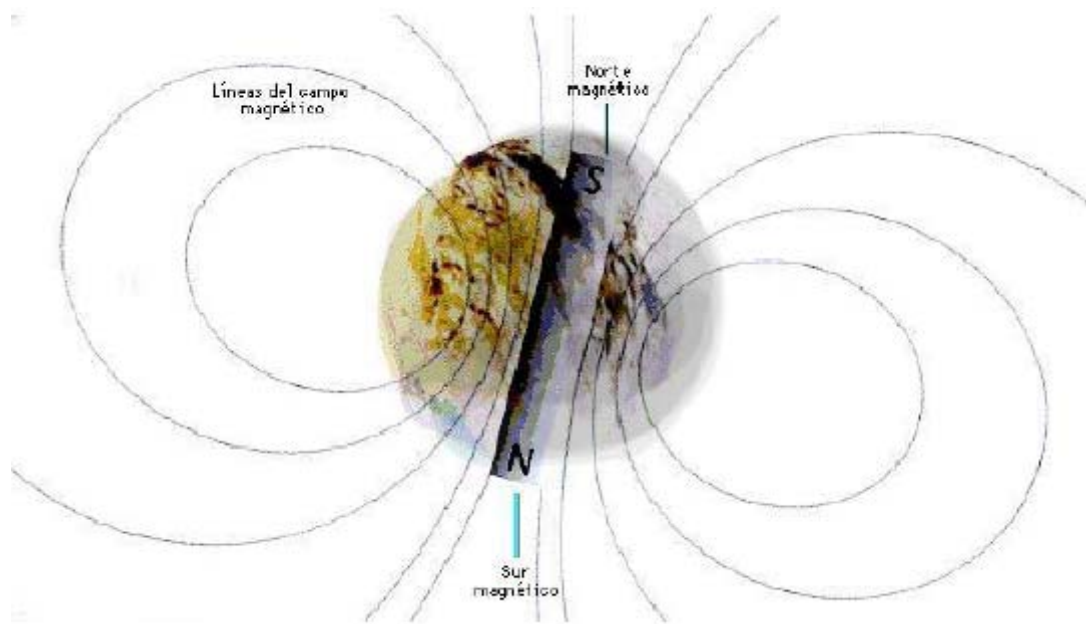
El fenómeno del magnetismo terrestre es el resultado del hecho de que toda la Tierra se comporta como un enorme imán. El físico y filósofo natural inglés William Gilbert fue el primero que señaló esta similitud en 1600, aunque los efectos del magnetismo terrestre se habían utilizado mucho antes en las brújulas primitivas.

Polos magnéticos

Los polos magnéticos de la Tierra no coinciden con los polos geográficos de su eje. El polo norte magnético se sitúa hoy cerca de la costa oeste de la isla Bathurst en Canadá. El polo sur magnético se sitúa hoy en el extremo del continente antártico en Tierra Adelia (Pequeña América).

Las posiciones de los polos magnéticos no son constantes y muestran notables cambios de año en año. Las variaciones en el campo magnético de la Tierra incluyen una variación secular, el cambio en la dirección del campo provocado por el desplazamiento de los polos. Esta es una variación periódica que se repite después de 960 años. También existe una variación anual más pequeña, al igual que se da una variación diurna, o diaria, que sólo es detectable con instrumentos especiales.

Campo magnético de la Tierra



Un poderoso campo magnético rodea a la Tierra. Por paralelismo con los polos geográficos, los polos magnéticos terrestres reciben el nombre de polo norte magnético (próximo al polo norte geográfico) y polo sur magnético (próximo al polo sur geográfico), aunque su magnetismo real sea opuesto al que indican sus nombres.

Paleomagnetismo

Mediciones mundiales de ciertos depósitos minerales muestran que a través del tiempo geológico la orientación del campo magnético se ha desplazado con respecto a los continentes, aunque se cree que el eje sobre el que gira la Tierra ha sido siempre el mismo. Por ejemplo, el polo norte magnético hace 500 millones de años estaba al sur de Hawai y durante los siguientes 300 millones de años el ecuador magnético atravesaba los Estados Unidos. Para explicar esto, los geólogos creen que diferentes partes de la corteza exterior de la Tierra se han desplazado poco a poco en distintas direcciones. Si esto fuera así, los cinturones climáticos habrían seguido siendo los mismos, pero los continentes se habrían desplazado lentamente.

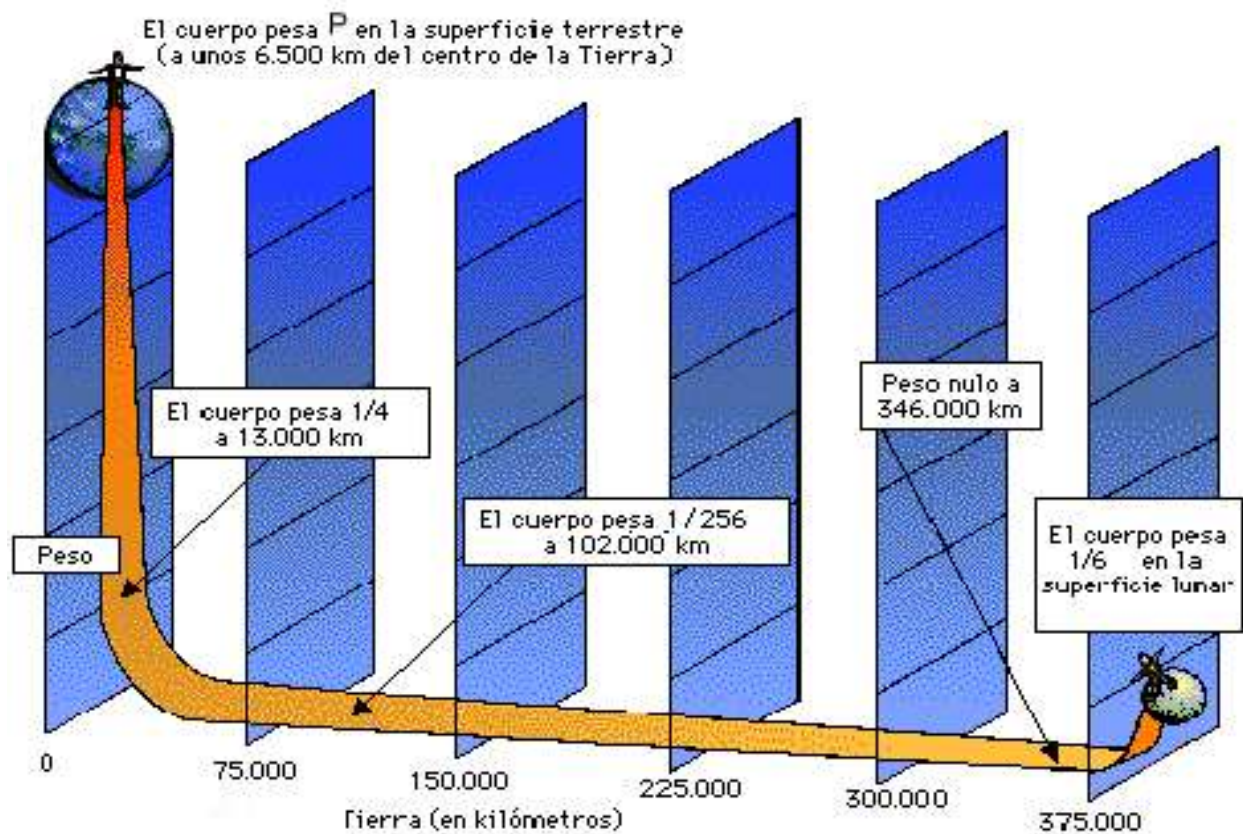
- A.24.** ¿Coinciden los polos magnéticos de la Tierra con los polos geográficos? ¿Tienen muchas variaciones?
- A.25.** ¿Ha cambiado mucho el campo magnético terrestre a través del tiempo? ¿Qué ciencia estudia este fenómeno?

Gravitación

La gravitación es la propiedad de atracción mutua que poseen todos los objetos compuestos de materia. A veces se utiliza como sinónimo el término *gravedad*, aunque estrictamente este último sólo se refiere a la fuerza gravitacional entre la Tierra y los objetos situados en su superficie o cerca de ella.

Fuerzas gravitatorias

Como la Luna tiene bastante menos masa que la Tierra, el peso de un cuerpo en su superficie es seis veces menor que el peso en la superficie terrestre. Esta gráfica muestra la variación del peso de un cuerpo (de peso P en la superficie de la Tierra) según su posición entre la Tierra y la Luna. Como los dos astros lo atraen en sentidos opuestos, hay un punto, situado a 346.000 kilómetros del centro de la Tierra, en el que las fuerzas se compensan y el peso es nulo.



La gravitación es una de las cuatro fuerzas básicas que controlan las interacciones de la materia; las otras tres son las fuerzas nucleares débil y fuerte, y la fuerza electromagnética. Hasta ahora no han tenido éxito los intentos de englobar todas las fuerzas en una teoría de unificación, ni los intentos de detectar las ondas gravitacionales que, según sugiere la teoría de la relatividad, podrían observarse cuando se perturba el campo gravitacional de un objeto de gran masa.

Las fuerzas

CONCEPTO

Fuerza es toda causa capaz de modificar el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo, o de producir una deformación en él. Se mide con el instrumento llamado dinamómetro y la unidad en el Sistema Internacional de Unidades (SI) es el newton, cuyo símbolo es N.

Clases de fuerza

1. Por contacto. Cuando damos una patada a una pelota o al sostener un objeto la fuerza es de contacto.
2. A distancia. Hay otras fuerzas que se ejercen sin que haya contacto entre los cuerpos, como la que existe entre un imán y un clavo o entre dos planetas. Estas últimas se denominan fuerzas a distancia.

Tipos de fuerzas:

- Fuerzas gravitatorias.
- Fuerzas electromagnéticas.
- Fuerzas nucleares fuertes.
- Fuerzas nucleares débiles.

La fuerza es un vector

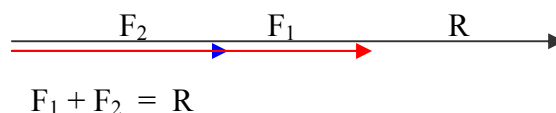
Las fuerzas son magnitudes vectoriales y se representan mediante vectores. Al igual que éstos, las fuerzas se caracterizan por:

- módulo o intensidad que es el valor numérico. Viene indicado por la longitud del vector.
- dirección, que queda determinada por la recta que soporta al vector.
- sentido, que viene determinado por la orientación del vector.
- punto de aplicación, que es el lugar del cuerpo donde se aplica la fuerza y el punto desde donde arranca el vector.

Composición y descomposición:

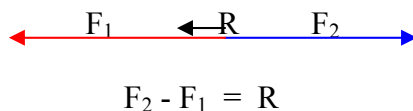
- **Fuerzas de igual dirección e igual sentido.**

La fuerza resultante tiene la misma dirección y sentido que las fuerzas, y su intensidad es la suma de todas.



- **Fuerzas de igual dirección y distinto sentido.**

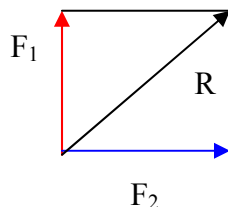
La fuerza resultante tiene la misma dirección que las fuerzas y el sentido de la mayor. Su intensidad es la diferencia de los módulos de las fuerzas.



- **Fuerzas de direcciones perpendiculares.**

La fuerza resultante se calcula aplicando la regla del paralelogramo, según la cual la dirección y el sentido de la resultante son los de la diagonal del paralelogramo que se forma con las fuerzas componentes y sus paralelas.

El módulo se calcula mediante el teorema de Pitágoras.



Actividad web: Composición de fuerzas. Suma de vectores

http://www.walter-fendt.de/ph14s/resultant_s.htm

Mediante las animaciones de la página web hay que obtener la resultante de 2, 3 y 5 fuerzas cualesquiera. Recuerda que en la animación puedes variar cada fuerza en intensidad, dirección y sentido.

En la resultante de 4 fuerzas modificalas como creas conveniente para que la resultante sea nula, o sea cero. Dibuja estas fuerzas, de suma cero, en el cuaderno.

Actividad web: Componentes de una fuerza

http://www.walter-fendt.de/ph14s/forceresol_s.htm

Calcula, con la animación, y recoge en tu cuaderno, los componentes de:

- Una fuerza de 5 N y 45° con los ejes.
- Una fuerza de 4 N y ángulo1: 30°, ángulo2: 60°.
- Una fuerza de 4 N y ángulo1: 20°, ángulo2: 40°.

Ley de gravitación universal

La ley de la gravitación, formulada por vez primera por el físico británico Isaac Newton en 1684, afirma que la atracción gravitatoria entre dos cuerpos es directamente proporcional al producto de las masas de ambos cuerpos e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre ellos.

En forma algebraica, la ley se expresa como

$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}$$

Donde F es la fuerza gravitatoria, m_1 y m_2 son las masas de los dos cuerpos, d es la distancia entre los mismos y G es la constante gravitatoria. El valor más preciso obtenido hasta la fecha para la constante es de 0,0000000000667 newtons-metro cuadrado por kilogramo cuadrado ($6,67 \cdot 10^{-11}$ N m² / kg²). La fuerza gravitatoria entre dos cuerpos esféricos de un kilogramo de masa cada uno y separados por una distancia de un metro es, por tanto, de $6,67 \cdot 10^{-11}$ N (extremadamente pequeña).

Efecto de la rotación y aceleración

La fuerza de la gravedad que experimenta un objeto no es la misma en todos los lugares de la superficie terrestre, principalmente debido a la rotación de la Tierra. La fuerza de la gravedad que se mide es en realidad una combinación de la fuerza gravitatoria debida a la atracción terrestre y una fuerza centrífuga opuesta debida a la rotación de la Tierra. En el ecuador, la fuerza centrífuga es relativamente elevada, lo que hace que la gravedad que se mide sea relativamente baja; en los polos, la fuerza centrífuga es nula, con lo que la gravedad que se mide es relativamente elevada. En el uso corriente, el término fuerza de la gravedad significa en realidad una combinación de las fuerzas gravitatoria y centrífuga.

La gravedad suele medirse de acuerdo a la aceleración que proporciona a un objeto en la superficie de la Tierra. En el ecuador, la aceleración de la gravedad es de 9,7799 metros por segundo cada segundo (m/s²), mientras que en los polos es superior a 9,83 metros por segundo cada segundo (m/s²). El valor que suele aceptarse internacionalmente para la aceleración de la gravedad a la hora de hacer cálculos es de 9,80665 metros por segundo cada segundo (m/s²). Por tanto, si no consideramos la resistencia del aire, un cuerpo que caiga libremente aumentará cada segundo su velocidad en 9,80665 metros por segundo.

Aplicando le ley de la dinámica de Newton:

$$\mathbf{F} = \mathbf{m} \times \mathbf{a}$$

El peso (es una fuerza) de un cuerpo en la superficie terrestre dependerá de la masa del cuerpo y de aceleración de la gravedad, que en la superficie se acepta como $9,80665 \cong 9,8 \text{ m/s}^2$.

Peso de un cuerpo:

$$\mathbf{P} = \mathbf{m} \times \mathbf{g}$$

Práctica de laboratorio:

MEDIDA DE FUERZAS. RELACIÓN ENTRE MASA Y PESO

OBJETIVOS

- ❖ Manejar los instrumentos para medir las fuerzas, dinamómetros.
- ❖ Calcular experimentalmente la resultante de dos fuerzas.
- ❖ Relacionar la masa de un cuerpo y su peso.

PROCEDIMIENTO Y CUESTIONES

1.- Cálculo de la resultante de dos fuerzas.

Se trata de calcular la resultante de dos fuerzas iguales (de 1 N cada una) aplicadas sobre un taco de madera con un cierto ángulo (0° , 45° y 90°)

Debes mantener las condiciones de equilibrio en el taco de madera, en reposo, aplicándole las dos fuerzas de 1 N (mediante dinamómetros) y otra que será igual a la fuerza resultante. Hay que realizar las medidas correspondientes a los tres ángulos.

Anotar los resultados en el cuaderno y representar gráficamente los tres vectores fuerza, con los valores calculados en cada caso.

2.- Relación entre la masa de un cuerpo y su peso.

Medir con el dinamómetro apropiado los diferentes pesos de las masas: 60, 70, 80, 90 y 100 gramos y anotar los resultados en kilogramos y newtons en la siguiente tabla calculando posteriormente el valor medio:

Objetos	1º	2º	3º	4º	5º	Valor medio
Masa (kg)						
Peso (N)						
Peso/masa						

Anotar los resultados obtenidos en el cuaderno y realizar en papel cuadriculado o milimetrado una representación gráfica que relacione las masas y los pesos, obtenidos anteriormente, de cada objeto (P en ordenadas, m en abscisas). Escribir la ecuación matemática de la gráfica hallada (ecuación de la recta).

A.26. ¿Qué es la gravitación universal? ¿Qué diferencia técnica hay entre gravitación y gravedad?

A.27. Cita las 4 fuerzas básicas que controlan todas las interacciones de la materia.

A.28. ¿Dónde pesará más un cuerpo en la Tierra, al nivel del mar o en el monte Everest? ¿Por qué?

A.29. ¿Hay algún punto entre la Tierra y la Luna donde el peso de cualquier cuerpo sea exactamente nulo? ¿Cuál?

A.30. Cita la ley de gravitación universal de Newton

A.31. ¿Por qué la fuerza centrífuga es menor en los polos que en el ecuador?

A.32. Calcula la fuerza con que tu compañero y tú os atraéis.

A.33. Calcula la fuerza con que la Tierra te atrae a ti hacia su centro.

A.34. La ausencia aparente de gravedad durante los vuelos espaciales se conoce como gravedad cero o microgravedad. ¿Por qué se produce la gravedad cero?

A.35. ¿Cuánto pesarías en la Luna? ¿Qué marcas o récords terrestres superarías?

1/6 lo de la Tierra. $P_L = 686/6 = 114,3 \text{ N}$

A.36. Comparando las masas de la Tierra y del Sol ¿Cuántas Tierras cabrían en el Sol?

A.37. Cita los planetas con mayor periodo de rotación.

A.38. ¿Qué planetas tendrán su día menor que el terrestre? ¿Y mayor?

A.39. Al comparar los periodos de rotación y traslación de cada planeta. ¿Qué planeta tiene un comportamiento "raro"? ¿Por qué?

Vídeo sobre la gravedad

Colección OJO CIENTÍFICO nº 5 (20 minutos) GRAVEDAD

IDEAS DE LA PELÍCULA

- La gravedad terrestre nos da el significado de "abajo" y "arriba".
- Los astronautas en órbita no sienten la gravedad.
- Todas las cosas materiales tienen masa y por la acción de la gravedad terrestre, tienen peso.
- Los objetos al caer por la gravedad, aumentan su velocidad, se aceleran.
- Podemos utilizar la gravedad para trabajos útiles y para obtener energía.
- Para levantar objetos en contra de la acción gravitatoria debemos utilizar cierta energía.
- La gravedad es menor en la Luna que en la Tierra.

DESARROLLO

- Secuencia de la cerveza derramándose. Significado de "arriba" y "abajo". Los astronautas flotando. Utilización de la plomada para mostrar el "abajo". Astronautas en el espacio. Tirándose del trampolín. Dibujo de la caída de la manzana de Newton.
- Distorsión de la gravedad. Parque de atracciones, velas en una plataforma giratoria y judías con raíces retorcidas. Peso y falta de peso. Niños pesando manzanas con dinamómetros.
- Niños dejando caer cosas grandes y pequeñas desde el tejado de una escuela. Dibujos animados de Aristóteles y Galileo. Ladrillos grandes y pequeños tirados desde el puente Tyne; vistos a cámara lenta.

- La cerveza derramándose. Gravedad en acción, norias de agua. Trabajando contra la gravedad, atletas levantando pesos. Astronautas en la Luna con gravedad reducida.
- Rebote de pelota a cámara lenta. La gravedad en casa, secuencia del baño.

CUESTIONES

1. ¿Qué significa para ti "arriba" y "abajo"?
2. ¿Qué es gravedad cero? ¿Qué tipo de problemas tienen los astronautas estando en ese tipo de gravedad?
3. ¿Quién fue Newton? ¿Y Galileo? ¿Qué aportaron a la historia de la Ciencia?
4. ¿Por qué crecen las raíces de las judías retorcidas? ¿Por qué se doblan las llamas de las velas? ¿En qué situaciones notamos la gravedad más intensamente?
5. Cuando hablas de "peso" de un cuerpo, ¿qué unidades utilizas, kilogramos o newtons? ¿Cuál es el peso de 1 kilogramo?
6. Cuando dejamos caer, desde una altura considerable, objetos grandes y pequeños, pesados y ligeros, de diferente forma, ¿cuáles caen más deprisa? ¿Por qué?
7. ¿Qué aprecias, a cámara lenta, de la velocidad de caída de ladrillos? Describe el tipo de movimiento que observas.
8. ¿Qué usos podemos hacer de la gravedad en la industria y en nuestra casa?
9. ¿Qué cambiaría si la gravedad terrestre fuese mucho mayor que la que actualmente tiene la Tierra?
10. ¿Qué pasaría si la gravedad terrestre fuese mucho menor, por ejemplo como en la Luna?
11. Al dejar caer libremente una pelota, cada vez cae más deprisa, ¿por qué? Al botar, cada vez asciende menos, ¿qué influye en la altura de los botes de la pelota?

CAPÍTULO 2. PROBLEMAS MEDIOAMBIENTALES

Ahora se plantea una discusión abierta sobre los problemas con que actualmente se encuentra el medio ambiente. Se propone al grupo el estudio del tema dividiéndose en equipos (de tres componentes). Deben acotarse los temas de estudio y establecer la finalidad de esta investigación.

Se proponen como temas más relevantes: el efecto invernadero, la lluvia ácida, el deterioro de la capa de ozono, la contaminación química y radiológica, la disminución de biodiversidad y la desertización. Como finalidad para realizar el estudio, podemos plantear la preparación de una exposición sobre el tema en el instituto, con lo que ello conlleva de búsqueda y selección de información y elaboración de materiales.

Cada equipo de trabajo debería preparar uno de los temas de estudio recogiendo la descripción del problema, sus causas, las vías de solución y, sobre todo, las posibilidades que como individuos tenemos para colaborar en dicha solución a través de comportamientos personales.

Actividad web: Medio ambiente. Ayuntamiento de Zaragoza.

Ofrece información sobre: Residuos y limpieza viaria, Agenda 21 local, Datos medioambientales diarios (calidad del aire, calidad del agua)

<http://cmisapp.zaragoza.es/ciudad/medioambiente>

En Calcula tus Emisiones, calcula tus emisiones de Toneladas de CO₂ equivalente por consumo eléctrico, por calefacción y por desplazamientos en carretera.

En Atmósfera, Calidad del aire, recoge los datos de SO₂, Pm10, NO₂, CO y O₃ de la Estación medioambiental más próxima (no olvides los datos del día y la estación de recogida).

Recoge todos esos datos en tu cuaderno.

Actividades de estudio

Cada equipo debe estudiar en profundidad un tema, para lo cual dispone de unas dos semanas. Para este estudio, el profesor debe ir marcando algunas pautas como, por ejemplo, plantear con qué fuentes de información podemos contar, animar a compartir los libros o revistas que cada uno pueda aportar a la clase, cómo estructurar el estudio (organización de la información recogida, realización de fichas, esquemas y resúmenes de dicha información, etc.).

Simultáneamente a estas actividades de estudio se realizarán las actividades de apoyo que se describen a continuación.

Actividades de apoyo

Aún sin conocer la situación concreta en que nos movamos, recomendamos que se haga hincapié en la enorme interrelación entre los distintos problemas y en la concepción del planeta como un sistema global. Una idea básica a este respecto es la inexistencia de fronteras naturales que restrinjan cualquier problema a nivel local: todo se mueve (recordar la tectónica de placas).

A la vez debe prepararse una visita a una exposición, con el objetivo de observar y tomar nota de los recursos puestos en juego, ya que en las próximas semanas los alumnos y las alumnas deben organizar su propia exposición en el instituto. Para preparar la actividad hay que dar a cada equipo

una guía de observación que les ayude a fijarse en determinados aspectos: soportes materiales de la exposición, tipos de lenguajes utilizados, distribución de espacios, aspectos plásticos, etc.

Puesta en común sobre los temas estudiados

Durante varios días, a poder ser uno por cada equipo de trabajo, se presentarán los temas estudiados. Este es un buen momento para aclarar dudas o ayudar a comprender aquellos aspectos que no hayan quedado claros para cada equipo y para que todo el grupo comparta lo aprendido por sus compañeros.

Elaboración del material de la exposición

Debe iniciarse con una planificación general de los recursos materiales y espaciales disponibles, así como con una concreción sobre la distribución de los temas. El trabajo de elaboración en sí se desarrollará a caballo entre el aula del grupo y el taller de Tecnología.

Preparación de una encuesta

Como es casi habitual, cada visitante de la exposición podrá dar su opinión sobre ella y sobre los temas que se presentan. Las alumnas y los alumnos deben diseñar una encuesta corta sobre estos temas y tenerla lista para la fecha de la inauguración. Cuando concluya la exposición, se estudiarán las encuestas recogidas.

Montaje de la exposición

Se trata de hacer la instalación de los paneles, y demás material preparado, en el lugar previsto para ello.

Estudio estadístico de los resultados de la encuesta

Aunque se tarde algunas semanas en poder realizar este estudio, para dar tiempo a la recogida de datos, lo incluimos aquí por ser la conclusión de todo el trabajo realizado. Hay que organizar la tabulación de las respuestas y su estudio estadístico. Las alumnas y los alumnos deben realizar representaciones gráficas para representar las respuestas y aprender a calcular los parámetros estadísticos básicos. Una vez finalizado el estudio, deben hacerse ejercicios de aplicación para consolidar el aprendizaje.

RECAPITULACIÓN

Conceptos sobre el planeta Tierra

- Movimiento de los planetas del Sistema Solar.
- Descripción de los planetas del Sistema Solar.
- Partes y composición de la Tierra.
- Teoría de las placas tectónicas.
- Edad y origen de la Tierra.
- Magnetismo terrestre.
- Ley de la gravitación universal.
- Suma de fuerzas paralelas.
- Suma de fuerzas perpendiculares.

AUTOEVALUACIÓN SOBRE EL PLANETA TIERRA

Responde con bien, regular o mal, a las siguientes cuestiones de autoevaluación:

	Bien	Regular	Mal
1. Conozco las teorías de formación del Universo.			
2. Conozco los planetas del Sistema Solar.			
3. Sé las partes de la Tierra.			
4. Sé las partes de la atmósfera.			
5. Sé explicar el ciclo del agua.			
6. Sé que es un equinoccio terrestre.			
7. Conozco las 7 placas tectónicas principales.			
8. Distingo entre un mineral y una roca.			
9. Conozco los principales tipos de rocas.			
10. Sé que es la dureza y conozco la escala de Mohs.			
11. Conozco la composición del núcleo terrestre.			
12. Sé que es el magnetismo terrestre.			
13. Conozco la ley de la gravitación universal.			
14. Sumo dos fuerzas paralelas con el mismo sentido gráficamente y matemáticamente.			
15. Sumo dos fuerzas perpendiculares gráficamente.			
16. Sumo dos fuerzas perpendiculares matemáticamente.			
17. Distingo entre masa y peso.			
18. Sé la unidad de fuerza en el Sistema Internacional e unidades.			

Conceptos sobre problemas medioambientales

- Estudio de la lluvia ácida
- El deterioro de la capa de ozono.
- El efecto invernadero y el calentamiento global.
- La contaminación química y radiológica.
- La disminución de la biodiversidad.
- La desertización.

AUTOEVALUACIÓN DE PROBLEMAS MEDIOAMBIENTALES

	Bien	Regular	Mal
1. Podría hablar del tema sobre el que hice el trabajo de problemas medioambientales.			
2. Podría hablar de cualquier tema expuesto en clase por otros grupos.			
3. Sé que es el efecto invernadero.			
4. Conozco los problemas derivados del calentamiento global.			
5. Sé que es la lluvia ácida.			
6. Conozco los problemas que genera una central térmica.			

Prueba final de la unidad

- 1.- Dibuja el Sistema Solar teniendo en cuenta el tamaño de los planetas y su distancia al Sol.
- 2.- La atmósfera. Di todo lo que sepas de ella. ¿Qué características hacen que la atmósfera terrestre sea ideal para la vida?
- 3.- ¿Qué es la astenosfera? ¿Dónde la localizas exactamente? ¿Qué son las placas tectónicas? ¿Qué efectos tienen en la superficie terrestre?
- 4.- Explica las características de los 3 tipos fundamentales de rocas: magmáticas, sedimentarias y metamórficas.
- 5.- Dibuja un sector circular en el que representes la parte sólida de la Tierra.
- 6.- Calcula el peso de un muchacho en:
 - a) la Tierra
 - b) en la Luna sabiendo que la gravedad lunar es la sexta parte de la Tierra.
- 7.- Calcula la fuerza de atracción entre dos masas de 3 kg que están situadas a una distancia de 2 cm.
- 8.- ¿Qué es y cómo se forma la lluvia ácida?
- 9.- Explica el efecto invernadero.
- 10.- Explica la contaminación de las fábricas y su repercusión en el medio ambiente.

Nota: Cada cuestión se calificará con 1 punto. Recuerda que la presentación limpia y expresión también influyen en la puntuación.

Al acabar la prueba antes de entregarla realiza tu autoevaluación, indicando sólo BIEN, REGULAR o MAL, de las diferentes cuestiones en la columna correspondiente.

CUESTIONES PRUEBA	AUTOEVALUACIÓN	CALIFICACIÓN
1. Sistema solar. El sol y los planetas		
2. Atmósfera terrestre		
3. Astenosfera y placas tectónicas		
4. Clases de rocas		
5. La parte sólida de La Tierra		
6. Gravitación. Peso de los cuerpos		
7. Aplicación de la Ley de gravitación universal		
8. Lluvia ácida		
9. Efecto invernadero		
10. Contaminación medioambiental		

ANEXOS

ANEXO I. *Mareas negras*

Vertidos petroleros más importantes de la historia

18 marzo de 1967

El naufragio del petrolero liberiano *Terrey Canyon*, frente a la costa de Bretaña (Francia), causó una marea negra de 300 kilómetros cuadrados al derramarse 123.000 toneladas de petróleo.

12 mayo de 1976.

100.000 toneladas de crudo se derramaron frente a las costas de La Coruña al incendiarse el superpetrolero español *Urquiola*, tras encallar.

3 junio de 1979

El buque plataforma mexicano *Ixtoc One* se rompió en la bahía de Campeche (México) y vertió al mar 420.000 toneladas de crudo.

5 agosto de 1983

El naufragio del petrolero español *Castillo de Bellver*, frente al cabo de Buena Esperanza, en la costa sudafricana, causó el vertido al mar 250.000 toneladas de crudo, que provocaron una mancha de más de 40 kilómetros cuadrados. Murieron tres tripulantes.

1 febrero de 1989

El rompehielos argentino *Bahía del Paraíso* se estrelló contra un arrecife en la Antártida dejando una enorme marea negra que, según Greenpeace, no desaparecerá en su totalidad en menos de 100 años

24 marzo de 1989

El buque norteamericano *Exxon Valdez* chocó contra un arrecife, en el estuario de Prince William Sound, en Valdez (Alaska) y vertió al agua 42 millones de litros de petróleo, causando una marea negra de 250 kilómetros cuadrados, en el mayor desastre ecológico de la historia de EEUU.

25 enero de 1991

Irak arrojó al golfo Pérsico unos 11 millones de barriles de crudo de los pozos de Kuwait para dificultar el desembarco aliado, causando el mayor desastre ecológico de la historia. El Golfo podría tardar dos siglos en recuperarse de este desastre.

3 diciembre de 1992

El buque griego *Mar Egeo* encalló frente a la Torre de Hércules en La Coruña (España) cuando transportaba 79.300 toneladas de crudo. La marea negra, de 50 kilómetros cuadrados, invadió las rías de Ferrol, Ares y Betanzos.

25 junio de 1994.

La corrosión del petrolero español *Castillo de Bellver*, que naufragó en 1983 en las costas sudafricanas, provocó un escape en el buque que aún contenía más de 100.000 litros de crudo en su interior y provocó el mayor siniestro ecológico de Sudáfrica.

12 diciembre de 1999

El petrolero maltés *Erika* se hunde frente a las costas de la Bretaña francesa y derrama unas 10.000 toneladas de fuel.

29 diciembre de 1999.

Un petrolero de bandera rusa se parte en dos frente a las costas de Estambul con unas 4.000 toneladas de crudo en sus depósitos.

3 de octubre de 2000

El petrolero de bandera panameña "Natuna Sea" vierte 7.000 toneladas de crudo frente al estrecho de Singapur, tras abordar un arrecife.

19 de enero de 2001

El buque tanque "Jessica" de bandera ecuatoriana, embarrancó frente al archipiélago de las Galápagos, mítico paraíso en el que Darwin basó su famosa teoría de la evolución de las especies.

28 de marzo de 2001,

El choque entre dos barcos de carga en el mar Báltico provoca el vertido de 1.900 toneladas de petróleo frente a las costas de Dinamarca.

6 de octubre de 2002

El petrolero de doble casco "Limburg", de 300.000 toneladas, sufre un atentado a 3 km de la terminal de Ash Shihs provocando un incendio que tardará 36 horas en ser sofocado.

18 de noviembre, de 2002. (Prestige)

El petrolero Prestige después de navegar con una brecha en su casco de 40 metros por la que vierte entre 12 y 15.000 toneladas de fuel al mar, se parte en dos a 133 millas del cabo Fisterra- A Coruña (NO de España), y se hunde con 77.000 toneladas en sus tanques, el fuel que transportaba es del tipo pesado (del tipo nº 2 según la clasificación francesa, por su contenido en azufre o M-100 según la clasificación rusa). Se emplea en la combustión industrial (centrales térmicas, hornos, cementeras) y el suministro de barcos propulsados por motores diesel lentos, de gran potencia. Los fueles pesados son los residuos de la destilación de los petróleos crudos. Para facilitar la mezcla de los residuos pesados procedentes de la destilación, a menudo se añaden sustancias de destilación más ligeras, llamadas "cutter stock".

Provoca un enorme desastre ecológico, que afectará en sucesivas mareas negras a la costa de Galicia (900 km), Norte de España y SO de Francia. La aparición de fisuras en el casco hace emerger el crudo a la superficie. La velocidad de estos nuevos vertidos dependerá de las condiciones de la zona en especial de la temperatura en el fondo y la aparición de nuevas grietas por efecto de la presión.

El porcentaje de agua del fuel vertido por el Prestige envejecido en el mar (entre 5 y 7 días antes de su recuperación) es del 45 %. Por lo tanto ha formado una emulsión con prácticamente su peso en agua.

Actividad web: Sobre el Prestige y las mareas negras.

Cien respuestas al desastre del Prestige en:

<http://www.cetmar.org/documentacion/100ask/portada.asp>

La evolución de la marea negra del Prestige en gráficos (Diario El Mundo)

<http://elmundo.es/elmundo/2002/graficos/nov/s2/index.htm>

Más información sobre el tipo de fuel, análisis químico, pruebas de viscosidad, contaminación, persistencia, peligrosidad, etc. (http://www.le-cedre.fr/fr/prestige/z_produit.htm.)

Más información sobre mareas negras:

http://www.cetmar.org/documentacion/mareas_negras.htm



Mapa con un resumen de las 20 mayores catástrofes de 1967 a 1995

	Barco	Año	Localización	Crudo perdido (toneladas)
1	Atlantic Empress	1979	Tobago	280,000
2	ABT Summer	1991	700 millas de Angola	260,000
3	Castillo de Bellver	1983	Saldanha Bay, Sudáfrica	257,000
4	Amoco Cádiz	1978	costas francesas de Bretaña	227,000
5	Haven	1991	Genova, Italia	140,000
6	Odysee	1988	700 millas de Nueva Escocia	132,000
7	Torrey Canyon	1967	Islas Scilly	119,000
8	Urquiola	1976	A Coruña, España	108,000
9	Hawaiian Patriot	1977	300 millas de Honolulu	99,000
10	Independenta	1979	Bosphorus, Turquía	93,000
11	Braer	1993	Islas Shetland	85,000
12	Khark 5	1989	120 millas de la costa atlántica de Marruecos	80,000
13	Jakob Maersk	1975	Oporto, Portugal	80,000
14	Aegean Sea	1992	La Coruña, España	72,000
15	Katina P	1992	Maputo, Mozambique	72,000
16	Nova	1985	20 millas de Iran	70,000
17	Wafra	1971	Cape Agulhas, Sudáfrica	65,000
18	Assimi	1983	55 millas de Muscat, Oman	53,000
19	Metula	1974	Estrcho de Magallanes, Chile	53,000
20	Exxon Valdez	1989	Prince William Sound, Alaska	37,000

Fuente: International Tanker Owners Pollution Federation

ANEXO II. Vivir en microgravedad

Cuando, hace más de trescientos años, Isaac Newton vio caer una manzana, ésta se precipitó contra el suelo con una aceleración de 1g. Aunque parezca mentira, si un astronauta deja caer una manzana en el espacio, ésta cae también, sólo que no hacia la Tierra sino alrededor de ella. En órbita, manzana y astronauta se encuentran en estado de caída libre continua, de gravedad cero o, más exactamente, de microgravedad ($1 \cdot 10^{-6}$ g). No resulta nada sencillo alcanzar ese estado en la Tierra, pero se consiguen cortos periodos con las torres de caída libre y los vuelos parabólicos. En el espacio, se cuenta con cohetes sonda y el trasbordador espacial.

Experimentar en esas condiciones resulta de especial interés para la ciencia. Liberados de los efectos de la gravedad terrestre, sedimentación, convección, presión ejercida sobre un cuerpo sometido a su propio peso, se abre la posibilidad de estudiar la influencia de fuerzas de segundo orden. Por este camino, además de conocer en profundidad los mecanismos que rigen fenómenos físicos y reacciones químicas, se puede llegar a la producción de materiales muy difíciles o imposibles de obtener en nuestro planeta o al diseño de nuevos fármacos. Una apasionante

perspectiva tras cuya pista están los programas de investigación de las agencias espaciales y poderosas industrias con visión de futuro.

Nuestro cuerpo

Uno de los mayores miedos antes de iniciar los viajes tripulados al espacio era el efecto de la ingravidez en el hombre, por ejemplo en su orientación o en funciones biológicas básicas como la digestión. Por ello el primer animal en órbita terrestre fue la perra soviética Laika, a la que siguieron algunos chimpancés americanos. Buena parte de la investigación se ha centrado desde entonces en los efectos de la microgravedad en el hombre, teniendo en mente la posibilidad de asentamientos permanentes en el espacio.

Existen efectos fisiológicos pasajeros, básicamente náuseas, mareos y pérdida de fluidos, que son fácilmente controlables. Hay también efectos permanentes, algunos de ellos reversibles y otros irreversibles, similares a un envejecimiento prematuro. La masa muscular disminuye de forma irreversible. También lo hace la masa muscular del corazón, lo cual es más grave. Al volver a la Tierra se puede recuperar del orden del 75%, también se produce descalcificación y, como consecuencia, osteoporosis. En poco tiempo, la pérdida de masa ósea puede llegar a ser del 50%. Parece que mucho ejercicio físico aminora el problema, aunque no lo hace desaparecer. La actividad inmunológica disminuye, algo que se atribuye a un comportamiento anormal de los linfocitos en microgravedad.

Asimismo, tienen lugar algunos cambios en la distribución de los fluidos corporales. Mientras en la Tierra hay una mayor presión sanguínea en las piernas debido a la gravedad, en ingravidez se produce un traslado de sangre hacia la parte superior del cuerpo. Sin embargo los trastornos desaparecen en pocos días.

Biotecnología

El programa de investigación en biotecnología de la ESA estudia cualquier aplicación relacionada con tejidos, células o componentes celulares. Así se pretende conocer la influencia de la gravedad en la fisiología celular, en la formación de tejidos, etc. Se centra en estudios fundamentales como crecimiento de cristales de proteínas y cultivo de tejidos. El crecimiento de proteínas en microgravedad permite obtenerlas con una pureza imposible en la Tierra. Estos cristales son analizados mediante cristalografía de rayos X para hacer un mapa de la estructura de las proteínas e intentar conocer cómo operan en el cuerpo humano. También son útiles en el desarrollo de fármacos para bloquear o modificar proteínas.

En cuanto a los cultivos celulares, la mayoría de los mismos da lugar, en gravedad, a tejidos planos, de una célula de grosor. Sin embargo, el crecimiento en tres dimensiones, gracias a la ingravidez, permite estudiar los procesos químicos en órganos sanos y en cánceres. También hará posible obtener nuevos procedimientos para reconstruir tejidos humanos. Se han estudiado también enfermedades infecciosas y eficacia de drogas.

Materiales interesantes

La ciencia de materiales tiene como objetivo el estudio de los procesos de producción de materiales y su efecto sobre las propiedades finales del producto. A través de este programa de investigación, se intenta avanzar en el conocimiento fundamental de la física y la química de los cambios de fase, la influencia de la convección, la sedimentación, etc. Por ejemplo, uno de los aspectos que se estudian son los fenómenos de precipitación de polímeros fuera de las condiciones normales de gravedad. Además de la investigación fundamental, existen proyectos aplicados de materiales

electrónicos (cristales especiales para láseres y componentes electrónicos más resistentes), cerámicos, metales y aleaciones (tanto para la industria aeronáutica como para la industria en general), polímeros o materiales compuestos imposibles de producir en la Tierra.

El proceso de la combustión

La combustión es extremadamente importante en nuestra sociedad y, sin embargo, hay muchos aspectos de la misma que se desconocen. Los estudios en microgravedad del proceso de la combustión persiguen la reducción del riesgo de incendio y explosión, la reducción de contaminantes, la mejora de la eficacia de la combustión y la producción de nuevos materiales.

La reducción de gravedad permite estudios fundamentales, pues ésta afecta a la combustión debida básicamente a los fenómenos de convección y transferencia de masa. Los gradientes de densidad que en condiciones de gravedad hacen que el aire caliente ascienda, no causan en microgravedad un movimiento de gases significativo. Otros efectos habitualmente menos importantes, como la difusión, controlan en microgravedad el proceso global, alterándolo en gran medida. Por ejemplo, la llama de una vela es redonda y más tenue debido a estos fenómenos. Se pueden estudiar más sencillos de las llamas en una sola dimensión y estudios teóricos en los que la gravedad es una variable más.

En microgravedad, las llamas se comportan de forma muy diferente a como lo hacen en la Tierra. Conocer estas diferencias ayudará a desentrañar algunos de los misterios del fuego. Sabemos que el espacio ofrece la oportunidad de realizar medidas críticas necesarias para entender y resolver problemas prácticos de combustión. Estos experimentos son más efectivos en llamas grandes, estables y simétricas. Sin embargo, este tipo de llamas no puede observarse en la Tierra, ya que la gravedad hace que los gases calientes de la llama tiendan a subir, dando lugar a llamas inestables. Estas dificultades desaparecen en condiciones de microgravedad.

El hollín es normalmente un producto no deseado de la combustión por varias razones. Es un contaminante visible y está unido a la emisión de monóxido de carbono e hidrocarburos aromáticos. Además, la radiación térmica de las partículas de hollín está asociada a la propagación de los incendios. Sin embargo, también es útil en la producción de neumáticos, pilas secas y en la industria del plástico. Conocer los mecanismos de generación del mismo ayudará a controlar su formación. Así podrá mejorarse la combustión y disminuir la contaminación provocada por motores diesel y turbinas de aviones, luchar contra la propagación de incendios o generar hollín con las características deseadas por la industria que lo consume.

También es importante asegurar un comportamiento seguro frente al fuego de los materiales utilizados en la industria aeroespacial. Debe comprobarse si los estándares que determinan su reacción ante el fuego en la Tierra siguen siendo válidos en condiciones de microgravedad. En el caso de que no lo fueran, serían necesarios nuevos sistemas para clasificar los materiales antes de poder ser considerados seguros. Hasta el más mínimo incendio puede tener consecuencias fatales en un viaje espacial.

Como dar esquinazo a esa fuerte atracción

Evitar la ley de la gravedad no es en absoluto una tarea fácil. Sólo en el estado de caída libre desaparece y, en la Tierra, existen distintos medios para conseguirlo. Debido a que siempre subsisten rozamientos, no se habla de falta de gravedad o gravedad cero sino de microgravedad. Para lograrla se pueden usar aviones, cohetes sonda, cápsulas espaciales y pozos o torres de caída libre. Dos parámetros para comparar estos sistemas son la gravedad residual que persiste en los mismos y la duración.

Los periodos de microgravedad en estos casos son mucho más cortos que en el trasbordador o en las plataformas espaciales, pero pueden ser útiles para experimentos cortos. Sólo la puesta en órbita permite realizar experimentos con tiempos mayores de 20 minutos.

En las torres de caída libre, se coloca una cápsula, en cuyo interior se sitúa el experimento, en lo alto de un tubo de acero de gran altura. La cápsula se deja caer mientras dentro de la torre se hace el vacío para minimizar el rozamiento de la cápsula con el aire. La caída puede durar desde unos 2 segundos hasta casi 5. En el interior, los datos medidos por termopares, traductores de presión y una cámara de vídeo se graban en un microprocesador. En España existe una torre en las instalaciones del INTA (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial) en la que se consigue un periodo de microgravedad de unos 2 segundos. En la Universidad de Bremen se encuentra la torre de caída libre más importante de Europa, de 110 metros de altura, donde se consigue un periodo de microgravedad de casi 5 segundos.

Otra técnica son los vuelos parabólicos. Aviones adaptados especialmente (Caravelle 234 en el caso de Francia, DC-9 en USA) realizan una trayectoria parabólica durante la que se consiguen unos 20 segundos de microgravedad. La bodega de estos aviones permite albergar unos 6 experimentos con sus correspondientes investigadores. La calidad de microgravedad, sin embargo, es mucho menor que con las torres de caída libre

Otra posibilidad, los cohetes sonda o suborbitales que son lanzados fuera de la atmósfera y posteriormente caen de nuevo a la Tierra. Se consigue así un periodo de microgravedad que puede oscilar entre 5 y 15 minutos. Evidentemente, los experimentos han de estar completamente automatizados y constituyen un medio barato de realizar experimentos cortos o ensayar nuevos instrumentos. Para experimentos más largos se utilizan los vuelos tripulados, un medio privilegiado de experimentación. Ciertas misiones de la lanzadera norteamericana permiten utilizar el laboratorio espacial Spacelab durante unos días. También puede poner en órbita plataformas automatizadas para ser recogidas meses y, en algunos casos, años después. Sin embargo, aunque el trasbordador permite realizar experimentos de larga duración, la calidad de la microgravedad conseguida no es muy elevada, del orden de miligravedad (10^{-3} g) debido a que, cada vez que el trasbordador se mueve o vibra, se crea una pequeña gravedad o aceleración.

ANEXO III. Los fluorocarbonos y sus sustitutos

Informe mundial de la UNESCO, 1993. Santillana/Ediciones

La Química es una de las ciencias básicas que más han progresado en los últimos veinte años, pero el futuro nos dirá si estos progresos no han sido más que una simple anticipación de lo que va a ser el desarrollo de esta disciplina en el próximo siglo. El factor principal de este dinámico esfuerzo de investigación es la vasta aplicación de los descubrimientos de la química a materiales o procesos que se utilizan en innumerables áreas de la actividad humana, desde la *haute cuisine* hasta las industrias de alta tecnología. Al paso que lleva esto, cabe prever que cada año se publiquen unos 500.000 documentos sobre las investigaciones en química, y se concedan unas 100.000 patentes de invenciones químicas.

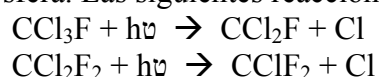
Compuestos clorados y bromados

Los CFC y sus productos de sustitución suscitan una considerable atención, no sólo en el campo de la química pura y aplicada, sino también en las di-versas ramas de la ecología.

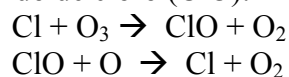
Los CFC y sus sustitutos Los clorofluorocarbonos (CFCs) y los compuestos clorados y bromados afines son muy utilizados desde hace algunas decenas de años como refrigeradores, propulsores de aerosoles, agentes de proyección de espuma, solventes para la limpieza, etc. Hasta los años setenta, estos compuestos se consideraban inocuos para el medio ambiente, y particularmente interesantes desde el punto de vista químico porque no eran tóxicos, inflamables, volátiles ni corrosivos, y eran muy estables. Por ejemplo, el CFC-12 (diclorofluorometano, CCl_2F_2 , llamado también freón-12), se consideró en un principio un refrigerante milagroso. No es sorprendente, pues, que en los años setenta la producción mundial de CFC alcanzara la cifra aproximada de un millón de toneladas al año.

Sin embargo, a comienzos de los años setenta empezaron a expresarse dudas acerca del agotamiento del ozono estratosférico, y en 1974 se estableció por primera vez la relación entre este fenómeno y el FC. Sabiendo que los radicales de cloro pueden descomponer catalíticamente el ozono estratosférico, los científicos sugirieron que la principal fuente antropogénica del cloro de la estratosfera, los CFCs, podrían ser la causa del agotamiento de la capa de ozono. Estimaron que si no cambiaba la tasa de producción de CFCs, medio millón de toneladas de cloro se acumularían en la estratosfera cada año. Esto - dijeron - duplicaría la tasa natural de descomposición el ozono y, como consecuencia, daría lugar a un porcentaje de agotamiento del ozono estratosférico comprendido entre el 7 y el 13 %.

Los radicales de cloro (Cl) son el producto de la disociación fotolítica de los CFCs en la baja estratosfera. Las siguientes reacciones para el CFC-11 y el CFC-12 respectivamente son típicas:



Estos radicales catalizan entonces la destrucción del ozono a todas las alturas de la estratosfera por efecto de una compleja serie de procesos, en particular el siguiente, en el que interviene el monóxido de cloro (ClO):



Los científicos estiman que un solo radical de cloro es capaz de entrar en reacción con 100 moléculas de ozono. Lo que es más, se predice que, dada su estabilidad, los CFCs pueden sobrevivir en la estratosfera durante un periodo de hasta 100 años.

Hay un grupo de compuestos con contenido de bromo relacionados con los CFCs y denominados halones (CF_2BrCl y $\text{C}_2\text{F}_4\text{Br}_2$), que han sido muy utilizados en los extintores y son aún más destructivos. Estos compuestos liberan radicales de bromo (Br) que forman monóxido de bromo (BrO) en reacciones similares a las indicadas anteriormente. La concentración de halones en la estratosfera ha aumentado a razón de más del 5 % al año.

Actualmente, la concentración total de cloro en la estratosfera es de unas tres partes por cada mil millones (ppm, es decir, tres partes por 10^9 moléculas de aire). Esta cifra era de 0,6 ppm hace un siglo y de 2 ppm a finales de los años setenta. En la estratosfera, el cloro se presenta sobre todo en forma de CFCs y de sus derivados fotoquímicos como el monóxido de cloro (ClO). El bromo, en forma de halones y de monóxido de bromo, está presente en una concentración de alrededor del 0,02 ppm.

Los CFCs son gases que contribuyen eficazmente al efecto de invernadero, responsables del 15 al 20 % de la cobertura térmica que rodea a la Tierra. El efecto de invernadero de una molécula de CFC-11 o CFC-12 es equivalente al de 10.000 moléculas de CO_2 .

En los veinte últimos años, las sociedades de todo el mundo son cada vez más conscientes de los diversos tipos de contaminación mundial que dan lugar a fenómenos tales como el agotamiento del ozono, el efecto de invernadero, las lluvias ácidas y la niebla química, que finalmente podrían poner en peligro la vida sobre la Tierra.

Protocolo de Montreal

En vista de la acumulación de pruebas científicas, diversos organismos nacionales e internacionales empezaron a reconocer, a mediados de los años setenta, que los CFC podrían ser uno de los principales factores de la contaminación mundial. En 1973, la EPA (Environment Protection Agency), de los Estados Unidos, anunció su intención de prohibir el uso, cuando no fuera para un fin necesario, de los CFC como agentes propulsores de los aerosoles; sin embargo, en 1984 la producción mundial de CFC había rebasado los niveles anteriores a la prohibición, y superaba el millón de toneladas al año.

Para evitar cualquier efecto potencialmente catastrófico para la biosfera de una nueva reducción de la capa de ozono estratosférica, el 16 de septiembre de 1987, veinticuatro países firmaron el Protocolo de Montreal, bajo los auspicios del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). El Protocolo enunciaba tres prescripciones esenciales:

- A partir del segundo semestre de 1989, el nivel de consumo de CFC-111,-112,-113,-114 y -115 no deberá superar al de 1986.
- Los niveles de producción de 1986 deben reducirse en un 20 % a partir del primero de julio de 1993, y deben de haberse reducido en otro 30 % (lo que supondrá una reducción total del 50 %) el 1 de julio de 1998.
- En 1994 el nivel de consumo de los halones deberá estar congelado al nivel de 1986.

Otros países se sumaron al Protocolo en las conferencias internacionales sobre el ozono organizadas en Londres, en marzo de 1989, con la participación de 123 países, y en Helsinki, en mayo de 1989. En 1990, los hidroclorofluorocarbonos (HCFC) – fabricados como productos de sustitución de los CFCs – se incluyeron en el Protocolo como sustancias transitorias.

En vista del desplome de la producción del CFC y de los compuestos análogos, previsto para el próximo decenio, los productores de CFCs están haciendo grandes inversiones en la preparación y análisis de productos de sustitución de los CFCs, y en tecnologías alternativas que respeten el medio ambiente y respondan a las necesidades de la sociedad. No obstante, es un hecho reconocido que en numerosos casos - refrigeración y aire acondicionado, por ejemplo - podrían conseguirse reducciones importantes de las emisiones, sobre todo a corto plazo, recuperando y reciclando los CFCs durante su utilización.

Varias empresas se dedican a la preparación de sistemas de carbono activo para la recuperación de los CFC utilizados como agentes de insuflado en los procesos de fabricación de plástico celular. Estos sistemas son costosos, pero permiten recuperar un 40 % de los agentes de insuflado. Según algunos industriales, es probable que la conservación de los CFCs y la utilización de productos o tecnologías alternativas causaran una reducción de la demanda de CFCs de hasta un 60 %. Esto abriría el 40 % del mercado actual a los productos de sustitución, lo que representaría tal vez unas 500.000 toneladas al año.

Sustitutos de los CFCs

En cierto sentido, es paradójico que la estabilidad, que es la razón misma de la importancia atribuida a los CFC, haga de ellos una amenaza para el medio ambiente. Es posible reducir la estabilidad en la atmósfera con la presencia de hidrógeno en la molécula que permite la degradación

del compuesto por los radicales hidroxilos (-OH). Se han ideado, y se están fabricando en gran escala, compuestos de metano y etano – todos ellos con contenido de hidrógeno – parcialmente halogenados. Se trata de los HCFC, que contribuyen también al agotamiento del ozono, pero menos que los CFCs (cuadro 1).

En la actualidad, muchas actividades industriales de investigación y desarrollo se dedican a la búsqueda de nuevos compuestos como los hidrofluorocarbonos (HFCs), que no contienen cloro ni bromo, y no son perjudiciales para el ozono. La capacidad del CFC o del HCFC de destruir el ozono depende de la cantidad de cloro que contengan, y de su periodo de supervivencia en la atmósfera. El potencial de agotamiento del ozono (PAO) mide la contribución de los diversos CFC y sus posibles sucedáneos a la degradación del ozono en relación con CFC-11, al que se da un valor de 1,0. El potencial de calentamiento del planeta (PCP) se ha calculado mediante modelos informáticos y guarda relación con el CFC-11, al que también se le asigna con este fin un valor de 1,0. Algunos de los valores indicados en recientes informes se exponen en el cuadro 1.

Cuadro 1

POTENCIAL DE AGOTAMIENTO DEL OZONO (PAO) Y POTENCIAL DE CALENTAMIENTO DEL PLANETA (PCP) DE LOS CFCs, HCFC Y HFC			
Compuesto	Fórmula	(PAO) en relación a CFC-11=1,0	(PCP) en relación a CFC-11=1,0
CFC-11	CCl ₃ F	1,00	1,0
CFC-12	CCl ₂ F ₂	1,00	2,8-3,4
CFC-113	CCl ₂ FCClF ₂	0,80	1,4
CFC-114	CCl ₂ FCClF ₂	1,00	3,7-4,1
CFC-115	CCl ₂ FCF ₃	0,60	7,5-7,6
HCF-22	CHClF ₂	0,05	0,34-0,37
HCFC-123	CHCl ₂ CF ₃	0,02	0,017-0,020
HCFC-124	CHClFCF ₃	0,02	0,092-0,10
HCFC-141b	CH ₃ CCl ₂ F	0,10	0,087-0,097
HCF-142b	CH ₃ CClF ₂	0,06	0,34-0,39
HFC-125	CHF ₂ CF ₃	0	0,51-0,65
HFC-134a	CH ₂ FCF ₃	0	0,25-0,29
HFC-152a	CHCHF	0	0,026-0,033

En enero de 1988 empezó a aplicarse un programa de ensayos de la toxicidad de los fluorocarbonos alternativos (PAFT), con la finalidad de evaluar la seguridad de los sucedáneos adecuados del CFC. Los resultados de los estudios de toxicidad aguda, subaguda y subcrónica, así como los ensayos *in vitro* de mutagenicidad y teratogenicidad con HCFC-123, HFC-134a y HCFC-141b indicaron que los perfiles de toxicidad de estos tres compuestos son muy similares, por muchos conceptos, a los del CFC-11 y del CFC-12.

Reunión de Copenhague

El Protocolo de Montreal de 1987, con sus ulteriores enmiendas, fue revisado en una reunión de ministros del medio ambiente de todo el mundo, celebrada en Copenhague, Dinamarca, en noviembre de 1992; en esta reunión se decidieron nuevos recortes de la producción y el uso de CFC y los compuestos afines, en relación con los niveles de 1986.

En la reunión de Copenhague se prolongaron las restricciones sobre los HCFC previstas en el protocolo de Montreal de 1990, como subproductos transitorios: a partir de 1996, su utilización

quedará limitada a los niveles de 1989, más un 3,1 %. Después el uso de los HCFC se irá reduciendo gradualmente: 35 % en el año 2004; 65 % en el año 2010; 90 % en el año 2015; 99,5 % en el año 2020 y 100 % en el año 2030.

El metilbromuro, CH₃Br, que se utiliza como fumigante de las plagas del suelo y las cosechas de frutas almacenadas, fue añadido al Protocolo en Copenhague. En 1995 la producción quedará congelada a los niveles de 1991, y más adelante se considerarán otras posibles reducciones.

La reconstitución de la capa de ozono tardará más de lo previsto.

Sin embargo, los primeros indicios de recuperación confirman la eficacia del Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono

Ginebra/Nairobi, 18 de agosto de 2006 – En la nueva evaluación científica publicada hoy por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), basada en un informe exhaustivo redactado por más de 250 científicos de todo el mundo, se menciona que la capa de ozono estratosférico, que protege la vida en la Tierra del exceso de radiación solar, se reconstituirá de cinco a 15 años más tarde de lo previsto.

Según la "Evaluación científica PNUMA/OMM del agotamiento de ozono: 2006", la capa de ozono en las latitudes medias (entre los paralelos 30 y 60 en ambos hemisferios) debería reconstituirse de aquí al año 2049, es decir, cinco años más tarde de lo previsto en la evaluación anterior, realizada en 2002.

La capa de ozono sobre la Antártida debería recuperarse de aquí al año 2065, o sea, 15 años más tarde de lo previsto. Debido a las condiciones especiales que predominan en el vórtice polar (circulación ciclónica con vientos gélidos y violentos), se prevé que el "agujero" de ozono en la Antártida vuelva a aparecer periódicamente durante dos decenios más.

El retraso previsto en la recuperación de la capa de ozono en las latitudes medias es el principal resultado que arrojan las revisiones al alza de las cantidades de CFC-11 y CFC-12 que contienen los refrigeradores actuales y otros aparatos, gran parte de los cuales llegará a la atmósfera, así como de los futuros niveles de producción de HFCF-22, producidos para sustituir a los CFCs que, si bien son menos nocivos, destruyen la capa de ozono. La demora en la reconstitución de la capa de ozono sobre la Antártida se debe esencialmente a que las masas de aire presentes en esa región no se renuevan. Es decir, que las concentraciones de sustancias nocivas para la capa de ozono tardarán más tiempo en volver a los niveles que se registraron antes de 1980, factor que se ha tenido en cuenta en la nueva evaluación.

"Si bien el retraso en la recuperación de la capa de ozono es motivo de decepción, el informe también destaca que después de haber alcanzado un máximo entre 1992 y 1994 en la troposfera y a finales de los años noventa en la estratosfera, las concentraciones de sustancias que destruyen la capa de ozono siguen disminuyendo". Es lo que declaró el Sr. Michel Jarraud, Secretario General de la OMM, que también subrayó que "debido al cambio climático mundial, las condiciones atmosféricas actuales son distintas de las que existían antes de la formación del agujero de la capa de ozono, lo cual puede tener una incidencia en la reconstitución de la misma. Es indispensable mantener y mejorar las capacidades de observación y de evaluación, por un lado, para disociar los efectos debidos al cambio climático de los que resultan de la evolución de las concentraciones de sustancias que agotan la capa de ozono y, por otro, para comprobar la eficacia de las medidas adoptadas en el marco del Convenio de Viena (1985), así como del Protocolo de Montreal (1987) y de sus enmiendas".

Otra conclusión del nuevo informe es que, fuera de las regiones polares, el ozono estratosférico ha dejado de disminuir. Según los resultados de modelos, la disminución observada en los años noventa se

debe a que el nivel de gases que agotan la capa de ozono estratosférico fue casi constante durante ese período.

El agotamiento del ozono en las regiones polares registrado en primavera sigue siendo muy pronunciado cuando el invierno se ha caracterizado por temperaturas estratosféricas muy bajas. Las importantes pérdidas de ozono sobre la Antártida seguirán observándose, muy probablemente, durante los próximos 10 a 20 años como mínimo, a causa de la lenta disminución del nivel de gases que agotan la capa de ozono.

Las concentraciones atmosféricas de sustancias que agotan la capa de ozono, que alcanzaron un máximo en las capas inferiores de la atmósfera entre 1992 y 1994, indican una tendencia a la baja en la estratosfera. Asimismo, el informe facilita información actualizada sobre las sustancias que agotan la capa de ozono de muy corta duración, las observaciones actuales y las proyecciones futuras de la radiación ultravioleta en superficie y la relación causa-efecto entre el estado de la capa de ozono y el cambio climático.

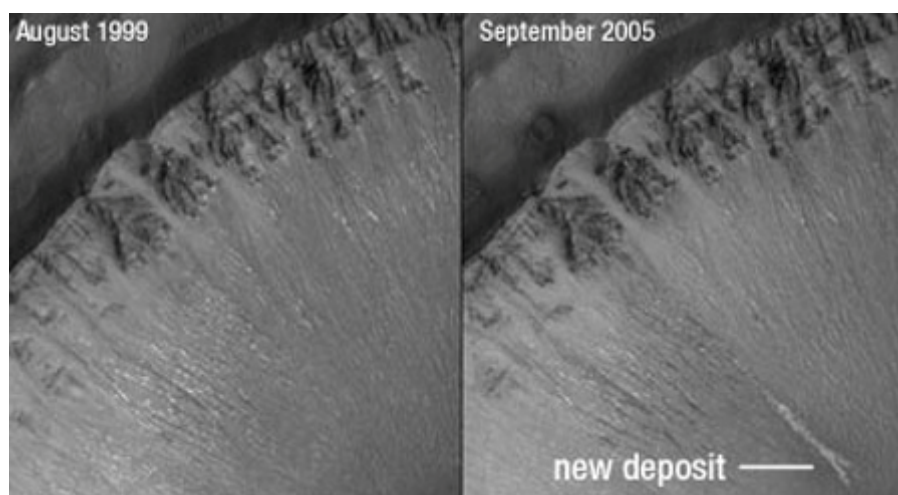
Como señaló el Sr. Achim Steiner, Director Ejecutivo del PNUMA, "los primeros indicios de recuperación de la atmósfera demuestran que el Protocolo de Montreal es eficaz. Sin embargo, la demora en esta reconstitución debe ponernos sobre aviso: la partida no está ganada y, por lo tanto, debemos redoblar nuestros esfuerzos por reducir paulatinamente las sustancias químicas nocivas".

Los valores de referencia para juzgar los progresos alcanzados son los niveles estratosféricos de cloro, el principal gas que agota la capa de ozono, que se registraron antes de 1980. La disminución de los niveles de cloro debe coincidir, en principio, con el aumento de los niveles de ozono y la reducción de la radiación solar ultravioleta que llega a la Tierra. Si bien las últimas mediciones realizadas en regiones no contaminadas ponen de relieve la disminución de la radiación ultravioleta en superficie, los cambios climáticos y otros factores no permiten sacar fácilmente conclusiones definitivas.

Asimismo, el informe evalúa distintas opciones para acelerar el proceso de recuperación de la capa de ozono y analiza las causas de la demora en la reconstitución. También concluye que si se eliminaran después de 2006 todas las emisiones procedentes de la producción y del consumo de los CFCs, halones, HCFC, bromuro de metilo, tetracloruro de carbono y metilcloroformo – lo cual va más allá de los compromisos contraídos en el marco del Protocolo – la capa de ozono estaría reconstituida a partir del año 2034 en las latitudes medias, es decir, que se ganarían 15 años.

En cambio, si los gobiernos no cumplieran plenamente su compromiso de reducir progresivamente las sustancias que agotan la capa de ozono en el marco del Protocolo de Montreal, la reconstitución de dicha capa sería aún más lenta. Esta situación también podría ser el resultado del uso continuo o prolongado de derogaciones provisionales de los calendarios de reducción progresiva de sustancias químicas nocivas o, en el caso del bromuro de metilo, de derogaciones para tratamientos de cuarentena, tratamientos previos al envío o para usos esenciales.

ANEXO IV. ¿Qué implica que haya agua en Marte? Diciembre 2006



La fotografía de la izquierda data de 1999 y la de la derecha está tomada en 2006, se observan sedimentos que antes no estaban ahí. Se supone que han sido transportados por agua líquida. Este descubrimiento hace que la existencia de vida en Marte, presente o pasada, parezca cada vez más probable. Muestra además que Marte es más activo de lo que se pensaba en un principio.

La NASA ha dado a conocer el hallazgo de nuevas evidencias de la existencia de agua líquida en Marte. Hasta el momento sólo se había encontrado hielo y vapor, pero a diferencia de éstos, el agua líquida es necesaria para la vida. Este descubrimiento indica que podrían existir reservas de agua líquida bajo la superficie de Marte, lo que permitiría que hubiera vida microbiana.

Los nuevos sedimentos encontrados indican además que Marte es más activo de lo que se pensaba inicialmente, lo que hace más importante la búsqueda de vida, presente o pasada, en el planeta. Entre los planetas de nuestro sistema solar, sólo la Tierra tiene un clima más favorable que Marte, y los científicos sospechan que allí ha habido en algún momento vida bacteriana. Aunque, bien es cierto que, mientras que en la Tierra toda forma de vida necesita del agua para vivir, no se puede asegurar que la relación se mantenga a la inversa, es decir, que el agua conlleva necesariamente vida.

Ríos y lagos

En la superficie de Marte existen largos valles sinuosos que recuerdan lechos de ríos y lagos. Esos inmensos valles pueden ser el resultado de fracturas a lo largo de las cuales han corrido raudales de lava y, más tarde, de agua. Pero todos ellos están actualmente secos, ya que las condiciones de Marte impiden que exista agua líquida en su superficie.

La atmósfera de Marte es tan fina y la temperatura tan fría que el agua líquida se evaporaría o se congelaría rápidamente. Por eso resultan aún más sorprendentes las nuevas pruebas de agua en la superficie marciana. Igual de sorprendentes que los surcos y zanjas descubiertos por el Explorador Global de Marte (MGS) que, según los científicos, son demasiado jóvenes desde el punto de vista geológico y habrían sido formadas por el flujo rápido de agua cayendo por acantilados y paredes de cráteres.

ANEXO V. Calentamiento global. Diciembre 2006 n° 239 (geomirador)

Con las últimas e impactantes pruebas del deshielo del Polo Norte en la mano, los científicos vaticinan que pronto será navegable durante el verano.

En un plazo inferior a 20 años, el océano Glacial Ártico será navegable en verano y por él pasará una nueva ruta marítima entre el Atlántico y el Pacífico. Esta es la principal y más sobrecogedora conclusión extraída por los científicos que han analizado las fotografías de satélite del Polo Norte tomadas el pasado mes de agosto (ver imagen en la parte superior derecha de la página). En ellas se observan grandes grietas y aperturas sobre la capa helada perenne del casquete polar; concretamente, desde la isla de Svalbard y el norte de Rusia hacia el Polo Norte. Entre el cinco y el diez por ciento de la superficie que sobrevivió al verano acabó presentando grandes fracturas. Los investigadores aprecian significativas diferencias con respecto a las fotografías obtenidas un año antes, en las que aparecen elevadas concentraciones de hielo. Por ese "agujero" un barco habría llegado sin dificultad al Polo Norte desde Spitzbergen (Noruega) o desde Siberia.

También es muy reveladora la última experiencia de Lonnie Dupre, explorador del Ártico y Premio Rolex a la Iniciativa en 2004. El verano pasado intentó por segunda vez atravesar a pie y en kayak el Polo Norte, con el objetivo de llamar la atención sobre el calentamiento global y sus consecuencias en el ecosistema. Junto a su compañero Eric Larsen, Dupre recorrió 769 kilómetros a través de bloques helados y mar (ver mapa). La nieve blanda y el hielo derretido les impidieron emprender la vuelta.



Lonnie Dupre y Eric Larsen

partieron de Ellesmere el 1 de mayo de 2006 y llegaron al Polo Norte el 1 de julio. Fueron los primeros en pisar la zona en verano.

Hay que tener en cuenta que la superficie congelada del océano Glacial Ártico se ha reducido constantemente en los últimos 20 años. En 1980 alcanzaba los ocho millones de kilómetros cuadrados, mientras que en 2005 se redujo a tan sólo cinco millones y medio, la mínima extensión jamás observada.

Por si fuera poco, esta preocupante pérdida produce un efecto de retroalimentación. El color blanco del hielo tiene una propiedad principal: refleja gran cantidad de la radiación solar que le llega, manteniendo un ambiente más frío. En cambio, la aparición de grietas en el manto helado facilita que la absorción de dicha radiación sea mayor y, por lo tanto, que suban las temperaturas.