

" Gran parte del público sigue aún percibiendo la **ciencia** como **algo ajeno, inasequible o peligroso**; algo de lo que **se desconfía oscuramente** o, por el contrario, en lo que **se confía y que se respeta no menos oscuramente**, Y en todo caso, **la ciencia no forma parte de la cultura, del saber** que se supone debe poseer cualquier persona instruida"

Cayetano López (1995)

DOCUMENTO DE TRABAJO Y DE ORIENTACIÓN

LA QUÍMICA Y LOS ENFOQUES DE CIENCIA TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

LOS ENFOQUES CTS EN EL DESARROLLO DE LOS CURRÍCULOS DE QUÍMICA DEL BACHILLERATO

Índice

página

1. Los enfoques CTS en el desarrollo de los currículos de química del bachillerato.	2
2. Bloques de Contenidos de química de 2º. Sus contenidos CTS y criterios de evaluación específicos.	4
3. Ejercicios y problemas CTS propuestos en las PAU con anterioridad	6
4. Documentos de apoyo: Efecto Invernadero. Lluvia ácida. Erosión en la capa de ozono.	7
5. Propuesta de ejercicios y actividades de referencia para las PAU 2002 con contenidos CTS. (Efecto Invernadero, lluvia ácida, erosión en la capa de ozono)	10
6. Soluciones orientativas y exhaustivas. Criterios de corrección.	13
7. Bibliografía recomendada	21

Documento de trabajo elaborado por una comisión de trabajo formada por profesorado de química de 2º de los centros:

IES Alonso Quesada, IES Jinámar III, IES Pérez Galdós, IES San Mateo, IES Táfila, para facilitar la introducción de los contenidos CTS en la Química de 2º.

1. LOS ENFOQUES CTS EN EL DESARROLLO DE LOS CURRÍCULOS DE QUÍMICA DEL BACHILLERATO.

En 2º curso de bachillerato la química se estudia como materia independiente. Ello nos puede permitir profundizar en algunos conceptos ya introducidos a un nivel más elemental, estudiar otros nuevos y **ampliar las relaciones que existen entre la química, la tecnología y la sociedad.**

Pensamos que el aprendizaje de los conocimientos científicos no debe reducirse exclusivamente a su componente conceptual, sino que debe integrar los problemas asociados a los mismos, abordando las aplicaciones de dichos conceptos, fundamentalmente en sus aspectos biológico, industrial o ambiental y sus implicaciones sociales. Las interacciones ciencia-tecnología-sociedad tienen como objetivo ayudar a comprender el mundo en el que vivimos y facilitar la respuesta a preguntas que surgen del entorno cotidiano. Esta dimensión de la química posee un carácter intrínsecamente formativo (cultural) que además puede contribuir a despertar o a aumentar el interés por el estudio de esta disciplina científica y que convierte a **la Química en una Ciencia Central**, necesaria para abordar muchas otras disciplinas.

En los últimos años, la orientación CTS ha ido impregnando los objetivos de la enseñanza de las Ciencias y la elaboración de materiales curriculares para la enseñanza, convirtiéndose en una de las líneas de investigación didáctica prioritarias, que se ha ido introduciendo con fuerza, en la enseñanza de la física y de la química de todos los niveles educativos.

Los **objetivos básicos** de esta orientación del currículo de Ciencias son:

➤ Promover el interés de los estudiantes por conectar la ciencia con las **aplicaciones tecnológicas y los fenómenos de la vida cotidiana** y abordar el estudio de aquellos hechos y aplicaciones científicas que tengan una mayor relevancia social.

➤ Abordar las implicaciones sociales y éticas que el uso de la tecnología conlleva.

➤ Adquirir una comprensión de la naturaleza de la ciencia y del trabajo científico.

Estos objetivos de la educación CTS pueden resumirse y articularse en torno a tres campos: **el de la ciencia aplicada, el de la ciencia y la sociedad y el de la naturaleza de la ciencia.**

La educación CTS pretende proporcionar al alumnado oportunidades para practicar ciertas habilidades de investigación y comunicación tales como la lectura, la búsqueda de información, la discusión y confrontación de ideas, el trabajo en grupo colaborativo, el análisis y resolución de problemas y **la toma de decisiones fundamentadas. Se trata de abordar interrogantes o problemas asociados a diferentes necesidades humanas relacionadas con la física y la química**, tales como aquellos relacionados con la salud, la alimentación, el consumo, el medio ambiente, los materiales industriales o el propio conocimiento.

La inclusión de las actividades CTS en el proceso de enseñanza aprendizaje mejora la imagen de la ciencia y de los científicos, permite relacionar la ciencia con la vida cotidiana y el entorno, es un **factor motivador**, conecta la ciencia con sus aplicaciones, con la sociedad y su entorno, genera actitudes críticas positivas hacia la Ciencia y su aprendizaje, **favorece el aprendizaje** y el cambio conceptual, metodológico y actitudinal, contribuyendo a la **integración de la ciencia en la cultura** y ayudando a conocer y conectar con las ideas previas del alumnado, facilitándonos su evolución.

Al organizar los contenidos no deben estudiarse los procesos característicos del método científico o las relaciones C.T.S. en una o dos unidades iniciales aisladas, todo ello debe presentarse, **reiteradamente, a lo largo de toda la materia de forma integrada o contextualizada**. Se **deben integrar estos contenidos en todos** y cada uno de los diferentes bloques de contenidos y tratarlos a lo largo de todo el curso, como ejemplificación y aplicación de los conocimientos aprendidos.

Se trata de humanizar la Ciencia y presentarla como una actividad humana y social que ejerce un fuerte impacto sobre nuestras vidas. Mostrar los **logros y limitaciones** de la Ciencia, sus

relaciones con la tecnología, sus variadas aplicaciones en el mundo actual, industriales, ambientales, biológicas y las implicaciones mutuas de ambas en la Sociedad.

Desarrollar los currículos con un enfoque C.T.S. significa presentar los contenidos al alumnado relacionados y justificando su necesidad para poder abordar la respuesta a determinados interrogantes o problemas de interés para nuestras vidas.

Se entiende la ciencia y la tecnología como **procesos sociales** contextualizados, que responden, en parte, a intereses y valores externos a la ciencia y que tienen un considerable interés público por las consecuencias que se derivan de los mismos. Todo ello requiere considerar, junto con los contenidos estrictamente científicos, la dimensión social, que contemple: los condicionantes sociales del cambio científico y tecnológico y las consecuencias de dicho cambio en el medio social y natural .

La importancia del enfoque CTS en la enseñanza de las ciencias experimentales ya aparece reflejado, desde los años 80, en los documentos de asociaciones anglosajonas de profesores para la enseñanza de las ciencias (ASE "Association for Science Education"; NSTA) y se ha ido introduciendo en todos los países que han actualizado la enseñanza de la química.

El desarrollo del movimiento CTS en las ciencias experimentales se ha concretado en el diseño y puesta en práctica de diversos proyectos curriculares en el Reino Unido (SATIS; Science & Technology in Society) Estados Unidos (Chem Com); en Canadá (Science and Technology), en Holanda (PLON) y en Australia ((Science Technology and Society), etc...

La introducción de **la orientación CTS** en la enseñanza de las Ciencias en nuestro país viene creciendo en los últimos años y se incorporó a los currículos oficiales del año 90, tanto como asignatura independiente y optativa en Bachillerato como introduciéndose en las diferentes materias científicas, y se ha reforzado su introducción en las nuevas propuestas de reforma de los currículos del año 2001. Se han convertido así en un contenido obligatorio o prescriptivo, que no podemos ignorar por más tiempo. La orientación CTS tiene ya una importante tradición en España, que culmina con los trabajos de Jordi Solves y Amparo Vilches profesores de Secundaria de la Universidad de Valencia. Es un punto de referencia, en nuestro país, la tesis doctoral en 1993 de Amparo Vilches: "Las interacciones CTS y la enseñanza de las ciencias físico químicas", trabajos que ha proseguido otras muchas Universidades españolas, generando una numerosa investigación en la didáctica de la Física y la Química. En la pasada década se han traducido al catalán y más tarde al castellano los más importantes proyectos europeos, como el proyecto SATIS (Science y Technology in Society) tanto para la enseñanza Secundaria Obligatoria como para el Bachillerato, así como el proyecto "Ciencia a través de Europa" y los Proyectos APQPA (Aprendizaje de productos químicos sus usos y aplicaciones), Proyecto ACES (aprendiendo Ciencias en Educación Secundaria) y el proyecto Gaia, todos ellos con un fuerte enfoque CTS. Estas múltiples experiencias se han ido recogiendo en las revistas "Enseñanza de las Ciencias" y "Alambique" y se están incorporando progresivamente a la mayoría de los libros de texto y a otros materiales curriculares.

En este documento de trabajo exponemos algunas propuestas que se han elaborado en los últimos años en Canarias y que se han ido concretando en las reuniones de Coordinación de la Subcomisión de materia de Química desde el año 1995 y en las reuniones de coordinación con el profesorado sobre las pruebas de acceso a la Universidad.

Los aspectos de Ciencia, Tecnología y Sociedad se encuentran recogidos en los currículos oficiales y obligatorios de Física y Química de Bachillerato (BOC de 25 de mayo de 1995) tanto en la introducción como en los Objetivos generales de materia y en los criterios de evaluación.

El objetivo 4 del currículo oficial de química de 2º recoge sobre las relaciones CTS:

"Comprender las interacciones de la química con la evolución tecnológica y social así como su incidencia en el medio ambiente, aplicando su conocimiento a la valoración de los problemas y beneficios en su desarrollo."

En las reuniones de coordinación de materia para las pruebas de acceso a la Universidad se han desarrollado y concretado, en los últimos 6 años, unos **criterios de evaluación específicos** que pretenden recoger, en cada bloque de contenidos, los aprendizajes básicos y mínimos comunes que el alumnado debe adquirir al finalizar la química de bachillerato y que contiene algunos aspectos CTS. A continuación presentamos algunos de estos posibles contenidos de la química de bachillerato y sus criterios de evaluación específicos.

2. BLOQUES DE CONTENIDOS DE QUÍMICA DE 2º Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN ESPECÍFICOS

En las reuniones de coordinación de materia se han concretado y consensuado los siguientes Contenidos susceptibles de tratamiento CTS, relacionados con algunos criterios de evaluación aprobados desde el curso 1998 – 99, como documento de trabajo a concretar.

BLOQUE 1: Las reacciones químicas y sus implicaciones energéticas

Criterio de evaluación:

- / Indicar los problemas medioambientales que las reacciones de combustión provocan: **agotamiento de los recursos fósiles, contaminación y aumento del efecto invernadero.** (25)

*** Agotamiento de los recursos fósiles:**

- Indicar las diferencias entre recursos renovables y no renovables.
- Definir recurso fósil y clasificar los combustibles fósiles: carbón (hulla, lignito y antracita), Petróleo y esquistos bituminosos.

*** Contaminación:**

- Contribución de las centrales térmicas y de los automóviles a la contaminación.

*** Aumento del efecto invernadero:**

- Indicar qué se entiende por efecto invernadero.
- Causas del aumento del efecto invernadero.
- Consecuencias del aumento del efecto invernadero.
- Soluciones posibles.

BLOQUE 2: Equilibrios químicos

Criterios de evaluación:

- / Indicar la importancia que supuso **la obtención del NH₃** para la fabricación de abonos. (14)
- ≠ Conocer la importancia que tiene en el medio ambiente la alteración de algunos equilibrios químicos que se dan en la Naturaleza, como por ejemplo, **la disminución de la capa de ozono.** (15)
- / Aplicar a reacciones de interés **industrial o biológico**, el efecto de los **catalizadores** (por ejemplo, ..) (18)

*** Desde el punto de vista industrial: Obtención del amoníaco**

- Necesidad de la obtención industrial del NH₃.
- Indicar la importancia que tienen en la síntesis industrial del amoníaco, la presión, la temperatura y el catalizador.

*** Desde el punto de vista biológico**

- Biocatalizadores: enzimas, su importancia en los seres vivos.

• Desde el punto de vista medioambiental

La erosión de la capa de ozono:

- ¿Qué es la capa de Ozono?
- Formación de la capa de Ozono: reacciones
- Destrucción de la capa de Ozono: acción de los CFC sobre el Ozono
- Consecuencias de la destrucción de la capa de Ozono
- Soluciones posibles

BLOQUE 3: Reacciones de transferencia de protones**Criterios de evaluación:**

- / Indicar la importancia industrial del ácido sulfúrico. (17)
- / Conocer el fenómeno de la lluvia ácida, cómo se genera a partir de los óxidos de azufre y nitrógeno y su impacto medioambiental. (18)

*** La lluvia ácida**

- ¿Qué es la lluvia ácida?
- ¿Cómo se genera?
- Causas de la presencia de óxidos de azufre y de nitrógeno en la atmósfera.
- Efectos de la lluvia ácida sobre la naturaleza y sobre las estructuras arquitectónicas.
- Soluciones para evitar la lluvia ácida.

*** Importancia del H₂SO₄ desde el punto de vista industrial**

- Enumerar algunos procesos industriales en los que interviene
- Relación entre la producción industrial de H₂SO₄ de un país y su nivel de industrialización.

BLOQUE 4: Reacciones de transferencia de electrones**Criterios de evaluación:**

- / Indicar la importancia de las reacciones redox en los procesos industriales, tales como: **pilas comerciales, recubrimientos electrolíticos** (dorados, niquelados, cromados). (17)
- / Indicar las consecuencias medioambientales producidas por determinadas pilas de uso cotidiano, por ejemplo, las **pilas botón**. (18)
- / Conocer la importancia de la **corrosión de los metales** en algunos procesos industriales, como por ejemplo, en la fabricación de automóviles y alguna forma de protegerlos. (20)

*** Las pilas comerciales**

- Distintos tipos de pilas y sus aplicaciones.

*** Recubrimientos electrolíticos**

- Reacciones electrolíticas más frecuentes: dorados, cromados y niquelados.
- Aplicaciones industriales
- Peligro ambiental de las disoluciones electrolíticas: contaminación de las aguas de los ríos, su efecto sobre los seres vivos, la necesidad de eliminarlos del agua potable de consumo doméstico.

*** Otras aplicaciones industriales**

- Obtención de Cloro y Sodio por la descomposición electrolítica de NaCl fundido.

*** Contaminación producida por las pilas**

- Características de las pilas botón y problemas que presentan.
- Efecto contaminante del Hg y de otros metales pesados: Cd, Pb,...

*** Corrosión del hierro**

- Descripción del proceso químico: reacciones
- La no corrosión de otros metales más reductores tales como el Al: pasivación.
- Protección del Fe ante la corrosión: utilización de pinturas (minio), galvanización, ánodo de sacrificio y aleaciones.
- Pérdidas ocasionadas por la corrosión de los metales.

BLOQUE 5: Estructura de la materia. Introducción a la Química Moderna**Criterio de evaluación:**

- / Analizar y valorar las **propiedades del agua** a partir del **tipo de enlace** y justificar la **importancia** de la misma en el **medio ambiente** y en las **actividades humanas** y el necesario **uso racional** de la misma. (31)

*** Propiedades específicas del agua en relación con el enlace de hidrógeno**

- Elevado pto. de fusión y ebullición
- Variación anómala de la densidad entre 0 y 4°C

- Su gran capacidad como disolvente

*** El agua como recurso limitado**

- La cantidad relativa de agua continental frente al agua de mar
- El balance hidráulico en Canarias: importancia del agua en Canarias
- Desalinización

BLOQUE 6: Química del Carbono**Criterios de evaluación:**

- / Describir las características básicas de tres tipos de polímeros fundamentales (fibras, cauchos y plásticos).(10)
- / Valorar el papel que los **polímeros** tienen en el desarrollo de la vida moderna, tanto desde el punto de vista **industrial** como de su **impacto en el medio ambiente**.(11)

*** Concepto de macromolécula y polímero***** Clasificación de los polímeros en función del tipo de polimerización**

- En cadena: plástico y caucho
- Por pasos: fibra

*** Fibras artificiales**

- Breve historia de su obtención
- Alguna reacción de obtención de fibras artificiales
- Las principales fibras artificiales en la actualidad

*** Cauchos naturales y artificiales**

- Definición de caucho y breve historia de su obtención
- Principales aplicaciones de los mismos

*** Plásticos**

- Breve historia de los plásticos
- Principales tipos de plásticos utilizados actualmente
- Peligros ambientales del uso masivo de plásticos

*** Papel de los polímeros en la vida moderna**

- Desde el punto de vista industrial
- Desde el punto de vista de su impacto en el medio ambiente

La Laguna, 26 de Enero de 1999

3. EJERCICIOS Y PROBLEMAS CTS PROPUESTOS EN LAS PAU CON ANTERIORIDAD

LLUVIA ÁCIDA

1. Algunos de los gases liberados por la chimenea de una central térmica, en determinadas condiciones atmosféricas, se transforman en otras sustancias, constituyendo la denominada lluvia ácida a) Explica lo que ocurre, desde un punto de vista químico, en la formación de la lluvia ácida; b) ¿Cuáles son sus principales efectos? ¿Cómo se pueden reducir estas emisiones? **[PAU Septiembre 96. Propuesta II.2]**

EFEECTO INVERNADERO

2. a) Explica en qué consiste el efecto invernadero, ¿cuál es su origen y sus consecuencias?

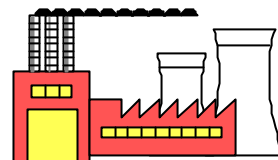
b) Como alternativa a la gasolina, se ha experimentado en algunos vehículos con otros combustibles, entre ellos gas butano y etanol. Escribe la reacción de combustión de ambas sustancias y determina, si se queman masas iguales de butano y etanol, cuál de ellas contribuye más al efecto invernadero.

[Masas atómicas: Ar(H)=1; Ar(C)=12; Ar(O)=16]. **[PAU 95/96 Opción 3ª, no abierta]**

Con el fin de ir incorporando aspectos concretos de estos contenidos CTS en la enseñanza de la Química, en el **curso 2000-2001** se acordó **introducir de nuevo en las Pruebas de Acceso a la Universidad** del siguiente curso, los aspectos ambientales de la Química, relacionados con los problemas globales de la contaminación atmosférica: **Efecto Invernadero, lluvia ácida y erosión en la capa de ozono.**

En la **primera reunión de coordinación del profesorado de Las Palmas** del curso 20001-2002 se acordó elaborar un **documento de trabajo** que recogiese posibles preguntas sobre estos aspectos CTS con sus criterios de evaluación, para orientación del profesorado.

4. DOCUMENTOS DE APOYO



EL EFECTO INVERNADERO¹

* I. ¿ QUÉ ES ?

El efecto invernadero es un fenómeno natural por el cual la Tierra experimenta un calentamiento debido a su atmósfera. Algunos gases permiten que la radiación solar pase a través de la atmósfera y caliente la superficie terrestre **evitando que la radiación que refleja la Tierra se escape al espacio**. Esto hace que la atmósfera y también la Tierra se mantengan calientes, contribuyendo a la existencia de vida sobre nuestro planeta. El aumento desproporcionado de gases por la polución, ha hecho que el efecto invernadero aumente, lo que nos lleva al incremento constante de la temperatura de la Tierra.

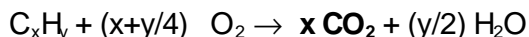
• Estos “gases invernadero” (dióxido de carbono, vapor de agua, metano, etc...) **absorben radiación en el Infrarrojo** y son transparentes a las radiaciones de mayor energía (ultravioleta y visible) que llegan a la Tierra procedente de la radiación solar, pero absorben gran parte de la radiación infrarroja reflejada por la superficie terrestre, desprendiendo energía y aumentando así la temperatura del planeta.

II. ¿ CUÁLES SON LAS CAUSAS?

El efecto invernadero es causado por la emisión de una serie de gases que aumentan desproporcionadamente en la atmósfera como consecuencia de ciertos factores como:

• quema de combustibles fósiles (**óxido nítrico, dióxido de carbono**)

El **dióxido de carbono**: (Producto de desecho de la sociedad industrial, se produce mayoritariamente en las combustiones de los combustibles fósiles, en industrias, transportes, etc....) según la reacción general:



- procesos de refrigeración y utilización de aerosoles (**CFCs**)
- procedimientos agrícolas y métodos de cría de ganado (**metano**)
- vertederos de basura (**metano**).

III. ¿CUÁLES SON SUS EFECTOS?

- Aumento constante de la temperatura de la Tierra. Recalentamiento del planeta.
- Cambios climáticos. Cambios en el sistema de lluvias
- Fundición de casquetes polares
- Elevación del nivel del mar. Inundaciones
- ◆ Lo que tendría graves consecuencias:
 - Sobre las personas: Enfermedades, hambre, migraciones masivas.
 - Sobre la flora y fauna: Extinción de numerosas especies.
 - Sobre la agricultura : Grandes pérdidas en cultivo de granos. Pérdida de especies vegetales.

IV. ¿CUÁLES SON ALGUNAS SOLUCIONES POSIBLES?

- Reducir las emisiones de gases invernadero a la atmósfera:
 - Utilizar mejor los combustibles fósiles y utilizar otros combustibles alternativos, Energías renovables, etc....
 - Reducir la cantidad de metano emitido a la atmósfera o bien eliminarlo, bien quemándolo o convirtiéndolo en metanol con la posibilidad de su reutilización como fuente de energía.

¹Adaptado de: «Los aspectos medioambientales y la enseñanza de las Ciencias». Cuadernos de aula,nº 6. Martínez, F., Mato, M^a C. y Reppetto, E. Consejería de Educación - Centro de la Cultura Popular Canaria. Tenerife. 1995.

- Plantar nuevos bosques que contribuyan a eliminar parte de la cantidad de dióxido de carbono de la atmósfera al asimilarlo por medio de la fotosíntesis.
- Reducir la emisión de los CFCs que además de contribuir al calentamiento de la atmósfera mundial causa grave daño en la erosión de la capa de ozono.
- Se han realizado recientemente numerosas **cumbres internacionales** para afrontar el problema (Río, Nueva York, Kyoto, la Haya, Marruecos, etc.), es considerado el primer problema ambiental de la humanidad.



LA LLUVIA ÁCIDA²

* I. ¿ QUÉ ES ?

La lluvia ácida es una consecuencia de la incorporación de sustancia ácidas al agua de lluvia. Esta lluvia nociva para la naturaleza y el hombre se forma debido a la contaminación atmosférica por óxidos de nitrógeno y azufre fundamentalmente, dando lugar a los ácidos nítrico y sulfúrico que aumentan la acidez de las precipitaciones tanto de la lluvia como la nieve ácida y la niebla ácida, con efectos nocivos sobre los sistemas terrestres y acuáticos y graves consecuencias sobre la flora, fauna y los materiales.

Aunque se produce masivamente en los países más industrializados del norte, por el régimen de vientos y la circulación atmosférica, llega a países muy alejados de la emisión, por lo que se denomina "contaminación transfronterera"

* II. ¿ CUÁLES SON LAS CAUSAS ?

■ Alteraciones en el pH de la lluvia, nieve y granizo, como consecuencia de: la formación de ácidos sulfuroso sulfúrico. y nítrico..

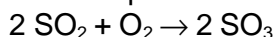
■ Al arder los combustibles fósiles se produce dióxido de azufre que asciende a la atmósfera y con el agua origina ácido sulfúrico. Igualmente, el óxido nítrico se convierte en ácido nítrico.

⊗ Las reacciones químicas asociadas son: formación de algunos de los óxidos, en los procesos de combustión y del petróleo que suele contener hasta un 3% de azufre o en la tostación de los sulfuros metálicos (piritas): $S + O_2 \rightarrow SO_2$; $2 ZnS + O_2 \rightarrow 2 ZnO + SO_2$

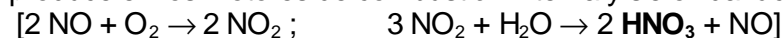
⊗ Formación de los ácidos, por la acción del vapor de agua sobre los óxidos ácidos:

El SO_2 reacciona con el vapor de agua dando **ácido sulfuroso**: $SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3$

A su vez por oxidación del SO_2 se forma SO_3 , que con el vapor de agua da el **ácido sulfúrico**:



◆ Formación del **ácido nítrico** en la lluvia ácida, al combinarse el vapor de agua con los óxidos de nitrógeno (NO_x : NO , N_2O , NO_2), que desprenden, entre otros, los tubos de escape de los coches, (el NO se produce en los motores de combustión interna y se oxida fácilmente a NO_2).



* III. ¿ CUÁLES SON SUS EFECTOS?

■ Quema las plantas, haciendo que se vuelvan amarillas y mueran. Puede destruir ecosistemas completos.

■ Produce pérdida de nutrientes esenciales en la tierra por la introducción de ácidos en ella (Deforestación)

■ Destruye los sistemas ecológicos de los lagos (disminuyen grandes poblaciones de peces y altera otras partes de la red de interdependencia entre las especies vivientes en ellos, pues disuelven sales de aluminio y algunos metales pesados nocivos, que pasan a las cadena tróficas, alterándolas)

■ Produce corrosión en algunos tesoros, monumentos, puentes...

■ Deteriora la calidad de vida (los contaminantes irritan los ojos y producen problemas respiratorios).

² Adaptado de: «Los aspectos medioambientales y la enseñanza de las Ciencias». Cuadernos de aula, nº 6. Martínez, F., Mato, M^a C. y Reppetto, E. Consejería de Educación - Centro de la Cultura Popular Canaria. Tenerife. 1995.



* ¿CUÁLES SON ALGUNAS DE LAS SOLUCIONES POSIBLES?

- Buscar nuevas fuentes de energía.
- Quemar menos combustibles fósiles en la producción de energía y en el transporte.
- Utilizar Nuevos sistemas de transporte: vehículos de bajo consumo en gasolina y conseguir que funcionen con metanol, electricidad o cualquier fuente renovable de energía. ■ Aumento del uso de los transportes públicos.
- Producir materiales nuevos que requieran poca energía y utilicen materias primas renovables.
- Instalar sistemas de desulfuración o filtrado de óxidos de nitrógeno en todas las chimeneas de las industrias contaminantes. Reutilización de los residuos para obtener otras materias primas.
- Utilizar catalizadores en los tubos de escape de los coches.
- Desacidificar lagos tratándolos con carbonato de calcio o hidrogeno carbonato de sodio. ($HX + CaCO_3 \rightarrow CaX_2 + CO_2 + H_2O$) ($HX + NaHCO_3 \rightarrow NaX + CO_2 + H_2O$)
- Desarrollar la investigación.
- Transferir la tecnología punta, más desarrollada, a los países menos desarrollados, la contaminación atmosférica no tiene fronteras.
- Crear una conciencia pública. Información y formación medioambiental (público en general y estudiantes)

EROSIÓN DE LA CAPA DE OZONO³

I. ¿QUÉ ES?

Es la disminución de la franja de ozono existente en la estratosfera, por la acción de ciertos gases contaminantes llamados comeozonos. La capa de ozono estratosférico impide que las radiaciones ultravioleta peligrosas lleguen masivamente a la superficie terrestre. Esta erosión forma ya en algunas zonas un agujero que de aumentar permitiría pasar las nocivas radiaciones ultravioleta a la superficie de la tierra

I) Formación del ozono



La reacción (2) entraña una colisión triple, y por lo general, M es O_2 , N_2

II) Descomposición del ozono



Global: $2 O_3 \rightleftharpoons 3 O_2$ Como los procesos (3) y (4) son más lentos que las reacciones (1) y (2), se produce una acumulación neta de ozono. Nota: ($h\nu$ representa la energía radiante que suele ser la correspondiente al UV)

★ II. ¿CUÁLES SON LAS CAUSAS?

La acción de los clorofluorcarbonos (**CFCs**), el tetracloruro de carbono, el metilcloroformo, los halones que se encuentran en los extintores y que **liberan cloro atómico** con las radiaciones UV al llegar a la estratosfera.

Las explosiones nucleares (las ondas de choque elevan la temperatura)

La aviación supersónica (se producen óxidos de nitrógeno, vapor de agua, dióxido y monóxido de carbono) y el lanzamiento de cohetes (generan elevadas temperaturas, lo que favorece la fijación del nitrógeno atmosférico que produce óxidos de nitrógeno) que también destruyen la capa de ozono.

³ Adaptado de: «Los aspectos medioambientales y la enseñanza de las Ciencias». Cuadernos de aula, nº 6. Martínez, F., Mato, M^a C. y Reppetto, E. Consejería de Educación - Centro de la Cultura Popular Canaria. Tenerife. 1995.

En primer lugar al llegar a la estratosfera se produce la liberación del átomo X del compuesto: $R-X + hv \rightarrow R + X$



donde X = Cl, Br, NO, OH, H, CO Es un proceso catalítico, donde X es la especie que actúa de catalizador, de su naturaleza depende la velocidad de eliminación del ozono formado. Cl y NO dan lugar al 60 % de destrucción del ozono. H y OH el 35 %.

Mario Molina junto con Rowland y Crutzen compartieron el premio Nobel de Química, en 1995, por sus estudios sobre las amenazas de estas sustancias para la estabilidad de la capa de ozono

★ III. ¿CUÁLES SON SUS EFECTOS?

- * **Aumento del cáncer de piel y cataratas.** a no absorber parte de la radiación ultravioleta del sol, * Peligro para las cosechas, plantas y frutas * Disminución el plancton
- * Producción de una capa de niebla y humo fotoquímico cuando la radiación ultravioleta choca con el aire polucionado procedente de los coches.
- * Reducción de la temperatura de la estratosfera unos 10°C, lo que fomentaría la disminución de la temperatura de la superficie ya que se emitiría menos radiación térmica desde la estratosfera hacia el suelo.
- * Puede originar cambios en la circulación de las masas de aire atmosféricas al afectar al equilibrio energético

★ IV ¿CUÁLES SON ALGUNAS SOLUCIONES POSIBLES?

- * Prohibir los CFCs (Acuerdos de Montreal, 1987; Londres, Junio, 1990) en que los países más industrializados del mundo decidieron reducir la producción de los CFCs
- * Reemplazar los CFCs por gases menos perjudiciales (Dióxido de carbono)
- * Utilizar pulverizadores en vez de sprays.
- * Reciclar los frigoríficos

5. PROPUESTA DE EJERCICIOS Y ACTIVIDADES DE REFERENCIA PARA LAS PAU 2.002 CON CONTENIDOS CTS

AUMENTO DEL EFECTO INVERNADERO

1. a) Explica en qué consiste el efecto invernadero, ¿cuál es su origen y sus consecuencias? (1p)
- b) Como alternativa a la gasolina, se ha experimentado en algunos vehículos con otros combustibles, entre ellos gas butano y etanol. Escribe la reacción de combustión de ambas sustancias y determina, si se queman masas iguales de butano y etanol, cuál de ellas contribuye más al efecto invernadero. (1p) [Datos: Masas atómicas: Ar(H)=1; Ar(C)=12; Ar(O)=16].

[PROPUESTO EN LA PRUEBA 3ª . Curso 1995 – 96]

2. Gracias a las burbujas de aire atrapadas hace mucho tiempo en los hielos de Groenlandia y de la Antártida podemos comparar el aire de entonces con el actual. De esta manera se comprueba que los gases invernadero han ido incrementando gradualmente su presencia en la atmósfera durante los últimos años.

Tom Hare

- a) ¿Cuáles son los gases invernadero y qué función realizan como componentes de la atmósfera? (0,7 p)
- b) Indica las causas que explican el aumento de dichos gases en la atmósfera, tal como se dice en el texto. (0,6 p)
- c) Comenta algunas de las consecuencias que parecen derivarse del aumento de los gases invernadero y propón una serie de medidas encaminadas a controlar dicho aumento. (0,7 p)

3. Un excesivo calentamiento generalizado del aire atmosférico provocaría diversos fenómenos y consecuencias no deseados por el hombre sobre el medio ambiente.

- a) Indica algunas causas de origen natural e inducidas por el hombre que pueden ocasionar el calentamiento generalizado del aire de la atmósfera. (0,7)
b) Señala diversos efectos ambientales que se derivan de este fenómeno. (0,6 p)
c) Comenta qué acciones concretas podrían proponerse para evitar las consecuencias derivadas de este fenómeno. (0,7 p)

4. a) ¿Qué sustancias se desprenden al quemarse combustibles fósiles? Escribe alguna **reacción química** característica. (1p)
b) ¿Qué efecto causan? ¿Cuáles son las soluciones posibles? (1p)

5. “Grupos de científicos norteamericanos, británicos y soviéticos demostraron que el proceso de calentamiento global de la Tierra se había acelerado más en la última década que durante todo el siglo pasado. Comprobaron que los cuatro años de temperaturas más elevadas pertenecen a esta década.”

- a) ¿Por qué crees que está aumentando la temperatura global del planeta? ¿Qué nombre recibe dicho fenómeno? ¿En qué consiste? (1 p)
b) ¿Qué consecuencias tiene para el medio ambiente? ¿Qué podemos hacer para paliar la situación? (1 p)

LLUVIA ÁCIDA

1. Algunos de los gases liberados por la chimenea de una central térmica, en determinadas condiciones atmosféricas, se transforman en otras sustancias, constituyendo la denominada lluvia ácida.

- a) Explica lo que ocurre desde un punto de vista químico en la formación de la lluvia ácida. (1p)
b) ¿Cuáles son sus principales efectos? ¿Cómo se pueden reducir estas emisiones? (1 p)

[PROPUESTO EN LA PRUEBA 2ª . Curso 1995 – 96]

2. Con frecuencia se oye hablar de los problemas causados por la lluvia ácida sobre determinadas regiones.

- a) ¿En qué consiste este fenómeno? ¿Qué **reacciones químicas** lo originan? ¿Qué efectos perjudiciales ocasiona? (0, 7 p)
b) Indica alguna zona en que se este dando a menudo esta situación. ¿Por qué efectos pueden llegar a regiones muy distantes del punto o área de origen del fenómeno? (0,7 p)
c) Señala algunas medidas concretas que faciliten una solución a este problema (0,6 p)

3 a) ¿En qué consiste el fenómeno llamado lluvia ácida? ¿A qué se debe su condición de contaminante transfronterizo? (1 p)

- b) ¿Cómo se genera la lluvia ácida? Escribe las **reacciones químicas** implicadas en su formación ¿Cuáles pueden ser sus consecuencias sobre el planeta? (1 p)

4. Los óxidos de azufre y de nitrógeno se están emitiendo a la atmósfera, contaminando el aire de nuestro planeta y produciendo variados problemas ambientales

- a) ¿Qué fuentes de producción de óxidos de nitrógeno conoces?
¿De donde proceden los óxidos de azufre? (1p)

b) ¿Qué les ocurre a estos gases cuando se encuentran en un ambiente húmedo?

¿Cuando estos contaminantes vuelven al suelo, cómo crees que afecta a los seres vivos y a su medio ambiente? (1 p)

5. En muchos lugares del planeta, el pH de la lluvia es bastante ácido, debido a la presencia de ácido sulfúrico y nítrico, entre otras muchas sustancias de carácter ácido.

a) Explica cómo se forma el ácido sulfúrico en la atmósfera y escribe las reacciones químicas asociadas a dicho proceso. (1p)

b) Explica cómo se forma el ácido nítrico en la atmósfera y escribe las reacciones químicas asociadas a dicho proceso. (1 p)

EROSIÓN DE LA CAPA DE OZONO

1. A partir de Enero de 1995, los compuestos clorofluorocarbonados (CFC) quedaron prohibidos en la Unión Europea, debido a sus efectos nocivos sobre la capa de ozono, reconocidos por la mayoría de los científicos. Una consecuencia de esta prohibición es que los fabricantes de frigoríficos y congeladores deberán renovar totalmente los productos en los que utilizaban hasta ahora los CFC.

Organización de Consumidores y Usuarios.

a) ¿Qué es la capa de ozono dónde se sitúa y qué función realiza como componente atmosférico? (0,6 p)

b) Explica cuál es la acción de los CFC en la capa de ozono y las repercusiones ambientales de dicha acción. (0,7 p)

c) Identifica dónde se encuentran los CFC tanto en los objetos de uso diario cómo en los de uso industrial, indica para qué se usan, y redacta una serie de medidas encaminadas a disminuir su uso y, por lo tanto sus efectos y consecuencias. (0,7 p)

2. Algunos años, durante la primavera antártica, que coincide con nuestro otoño, existen algunas áreas sobre la Antártida donde más del 40 % del ozono desaparece. Este agujero es tan grande como Norteamérica.

a) Enumere los productos que contienen compuestos clorofluorocarbonos. Explique el mecanismo de destrucción del ozono por los CFCs. (1 p)

b) Efectos sobre los seres vivos de la disminución de la capa de ozono. Proponga unas medidas para evitar este problema. (1p)

3. A 1127 °C, el ozono y el oxígeno se encuentran en un recipiente cerrado, a la presión de 18,1 atm, formando el equilibrio:

$2 \text{O}_3 (\text{g}) \rightleftharpoons 3 \text{O}_2 (\text{g})$ siendo el grado de disociación del ozono 0,97.

a) Determina el valor de K_p . (1p)

b) En la estratosfera tenemos el equilibrio anterior. Explica el papel del ozono como componente de la atmósfera y las causas de la disminución de la capa de ozono, señalando también sus principales consecuencias (1 p)

4. a) Explica los medios o mecanismos por los cuales el ozono, O_3 , se forma en la estratosfera. (0,7 p)

b) ¿Cuál es el importante papel de protección de la capa de ozono de la estratosfera para la vida en la superficie de la Tierra? (0,6 p)

d) ¿Cuáles son las principales sustancias “come ozono” y como actúan en su destrucción? Escribe algunas de las reacciones implicadas en dicha actuación de eliminación del ozono estratosférico (0,7 p)

5. “**Mario Molina** junto con Rowland y Crutzen compartieron el premio Nobel de Química, en 1995, por sus estudio sobre las amenazas de ciertas sustancias para la estabilidad de la capa de ozono. Mario Molina y Rowland, en sus investigaciones de 1974, demostraron que los clorofluorocarbonos

(CFC) o freones, utilizados de forma masiva en aerosoles y refrigeradores, al llegar a la estratosfera se disocian dejando libres los átomos de cloro y fluor que destruyen la molécula de ozono.”

a) Empezando con el clorofluorometano intacto, escriba las ecuaciones químicas que muestran cómo puede establecerse un efecto catalítico para la destrucción del ozono en la estratosfera por dicha sustancia

b) ¿Cómo sirve el Cl como catalizador en esta reacción? ¿Por qué no atacan los CFC al ozono de la troposfera, llegando así intacto hasta la estratosfera?

6. CRITERIOS DE CORRECCIÓN. SOLUCIONES ORIENTATIVAS Y EXHAUSTIVAS. PRUEBA 3ª para PAU (No salió). Curso 1995 – 96

AUMENTO DEL EFECTO INVERNADERO

1. a) Explica en qué consiste el efecto invernadero, ¿cuál es su origen y sus consecuencias? . [1 PUNTO]

b) Como alternativa a la gasolina, se ha experimentado en algunos vehículos con otros combustibles, entre ellos gas butano y etanol. Escribe la reacción de combustión de ambas sustancias y determina, si se queman masas iguales de butano y etanol, cuál de ellas contribuye más al efecto invernadero. . [1 PUNTO]

[Datos: Masas atómicas: Ar(H)=1; Ar(C)=12; Ar(O)=16].

a) Explica en qué consiste el efecto invernadero, [0,5 puntos] ¿cuál es su origen [0,25 puntos] y sus consecuencias [0,25 puntos]?

Nota: Aunque la desarrollamos ampliamente, para facilitar su corrección, para obtener la máxima calificación "0,50 o 0,25 puntos", bastará con responder brevemente, pero con corrección a lo que se le pregunta .

➤ **Explica en qué consiste el efecto invernadero, [0,5 puntos]** Alcanzarían la máxima puntuación algunas de las siguientes explicaciones que son diversos grados de aproximación al fenómeno:

Por ejemplo:

☞ «El efecto invernadero es el calentamiento "artificial" de la atmósfera, mediante gases producidos por la actividad industrial».

«Actualmente constituye potencialmente el problema ambiental global más grave que tenemos planteado, pues el dióxido de carbono es el principal gas responsable del crecimiento desproporcionado del efecto invernadero. Es vital en el control del clima global, y no deja de crecer de modo alarmante. Aunque sin él la Tierra sería fría e inhabitable, su aumento junto con otros gases invernadero, hace que la Tierra se recaliente excesivamente, aumentando las temperaturas por encima de los normal, lo cuál tendría graves consecuencias, etc, etc,»

☞ «El efecto invernadero es el efecto de calentamiento del planeta que produce la atmósfera cuando es más transparente a la entrada de la radiación solar de onda corta que a la salida de radiación reflejada de onda larga»

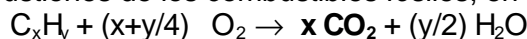
☞ «El efecto invernadero es un proceso mediante el cuál algunos gases de la atmósfera, que dejan pasar la mayor parte de la energía proveniente del sol (ondas cortas) absorben la radiación luminosa reflejada en la superficie terrestre hacia el espacio exterior (ondas largas, IR) y no la dejan escapar devolviéndola sobre la superficie, lo que produce un calentamiento global del planeta».

☞ «Consiste en el proceso mediante el cual la radiación solar que atraviesa a la atmósfera, se convierte en radiación infrarroja, al ser reflejada por la superficie terrestre y escapa hacia arriba, entonces es absorbida por los gases invernadero y devuelta a la superficie, aumentando la temperatura global del planeta»

➤ **¿cuál es su origen? [0,25 puntos].** Bastaría con nombrar un gas invernadero y el emisor que lo origina.

☞ Algunos gases que producen el efecto invernadero:

- El **dióxido de carbono**: (Producto de deshecho de la sociedad industrial, se produce mayoritariamente en las combustiones de los combustibles fósiles, en industrias, transportes, etc....)



La destrucción de selvas tropicales. La deforestación: (Tala y quema de árboles, produce aumento de dióxido de carbono en la combustión y en la eliminación de plantas que asimilan y absorben dióxido de carbono en la fotosíntesis)

- El **metano** (Su concentración en la atmósfera está creciendo. Se ha duplicado en este siglo. Su emisión procede de los excrementos del ganado, de las minas de carbón, del gas natural, de la incineración de los desechos y de los vertederos).

- Los CFCs: Los **clorofluorcarbonos** contribuyen al efecto invernadero en la troposfera y a la disminución de la capa de ozono en la estratosfera, los CFC proceden del uso de sprays, espumantes o refrigerantes que lo contienen principalmente. Hoy sus uso esta prohibido en la mayoría de los países.

- El **óxido nítrico**: (Producto que proviene de los fertilizantes y de la quema de combustibles fósiles)

- El **ozono**: (Se produce en la troposfera por fuerte oxidación del oxígeno, al saltar chispas eléctricas por algunos aparatos en el aire)

-El **vapor de agua**: (Se produce por evaporación del agua líquida y en las combustiones)

➤ **y sus consecuencias [0,25 puntos]?** Bastaría con señalar dos consecuencias

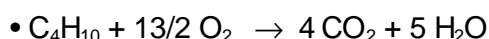
- Aumento de la temperatura. Recalentamiento global del planeta.
- Descongelación de los casquetes polares.
- Aumento del nivel de los mares. Inundaciones.
- Cambios climáticos. Cambios en el Sistema de lluvias.
- Sobre las personas: Enfermedades, hambre, migraciones masivas.
- Sobre la flora y fauna: Extinción de numerosas especies.
- Sobre la agricultura : Grandes perdidas en cultivo de granos. Perdida de especies vegetales.

b) Como alternativa a la gasolina, se ha experimentado en algunos vehículos con otros combustibles, entre ellos gas butano y etanol. Escribe la reacción de combustión de ambas sustancias [0,5 puntos] y determina, si se queman masas iguales de butano y etanol, cuál de ellas contribuye más al efecto invernadero. [0,5 puntos]

[Masas atómicas: Ar(H)=1; Ar(C)=12; Ar(O)=16].

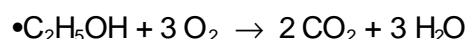
♦ Escribir las reacciones de ambas sustancias 0,25 c/u= 0,50 puntos.

♦ Deducir cuál de ellos contribuye más al efecto invernadero 0,50 puntos.



1 mol
58 g

4 moles
4.44=176 g



1 mol
46 g

2 moles
2.44=88 g

1g C₄H₁₀	176/58= 3,03 g CO₂	1g C₂H₅OH	1,91 g CO₂
---------------------------------------	--------------------------------------	----------------------------------------	------------------------------

• Los gramos de C₄H₁₀ y de C₂H₅OH necesarios respectivamente para obtener un gramo de CO₂ son:

$$\frac{grs C_4H_{10}}{grs CO_2} = \frac{58}{176} = \frac{1}{3,03} = 0,33gr \text{ de } C_4H_{10} / g \text{ de } CO_2$$

$$\frac{grs C_2H_5OH}{grs CO_2} = \frac{46}{88} = \frac{1}{1,91} = 0,52gr \text{ de } C_2H_5OH / g \text{ de } CO_2$$

⊗ Una misma cantidad de combustible produce más cantidad de CO₂ en el caso del gas butano (C₄H₁₀) que contribuye por tanto más al efecto invernadero. Un gramo de cada combustible produciría 3,03 g de CO₂ en el caso del gas butano y 1,91 g de CO₂ en el caso del etanol.

⊗ Una tonelada (1000 Kg) quemado diariamente (por una sola industria) de gas butano o de etanol lanzaría a la atmósfera respectivamente 3,03 Toneladas (3.030 Kg) y 1,91 Toneladas (1.910 Kg) de CO₂.

AUMENTO DEL EFECTO INVERNADERO

2. Gracias a las burbujas de aire atrapadas hace mucho tiempo en los hielos de Groenlandia y de la Antártida podemos comparar el aire de entonces con el actual. De esta manera se comprueba que los gases invernadero han ido incrementando gradualmente su presencia en la atmósfera durante los últimos años.

Tom Hare

- a) ¿Quiénes son los gases invernadero y qué función realizan como componentes de la atmósfera? (0,7 p)
 b) Indica las causas que explican el aumento de dichos gases en la atmósfera, tal como se dice en el texto. (0,6 p)
 c) Comenta algunas de las consecuencias que parecen derivarse del aumento de los gases invernadero y propón una serie de medidas encaminadas a controlar dicho aumento. (0,7 p)

Para orientar su respuesta véase la anterior pregunta relativa al efecto invernadero, por lo que la desarrollamos brevemente a modo de orientación con los criterios de corrección.

Esta pregunta se calificará con los puntos máximos de cada apartado siempre que se responda brevemente pero con corrección a lo que se pregunta. (Se subrayan los aspectos básicos):

a) En la composición de la atmósfera aparecen unos gases que retienen el calor que irradia de la Tierra, y que son llamados por ello "gases invernadero". Entre los más abundantes están el dióxido de carbono, el metano, el óxido de nitrógeno, el vapor de agua y el ozono. (basta con citar dos) (0,3 p)

El sol es la fuente principal que aporta energía a nuestro planeta. Cuando su energía llega a la atmósfera, parte de ella se refleja al espacio, otra parte se absorbe en la misma atmósfera, y el resto llega a la superficie de la Tierra. De ésta, parte se absorbe y otra se refleja de nuevo a la atmósfera. Esta energía que se devuelve a la atmósfera no se escapa al espacio, sino que los gases invernadero la retienen, contribuyendo, al igual que el cristal de un invernadero, a mantener caliente el planeta. (0,4 p, por explicar correctamente la función que realizan)

b) En los últimos años parece haber aumentado la cantidad de dióxido de carbono debido al gran aumento del consumo de combustibles fósiles, utilizados en nuestras calderas, fábricas, coches y centrales térmicas. A la vez, el proceso emprendido de deforestación de grandes masas de bosque ha provocado que gran parte del CO₂ producido no se absorbe en el proceso de la fotosíntesis y, por lo tanto, su presencia en la atmósfera como gas invernadero haya aumentado. (Basta esto para los 0,6 p). Señalamos otros gases invernadero que también absorben en el IR, como profundización y para facilitar su estudio:

El metano proviene de zonas pantanosas y se libera además de vertederos cuando la basura se descompone, y se escapa de minas de carbón y de las conducciones de gas. Últimamente se ha observado, además, que el aumento de las cabezas de ganado, ha repercutido en un aumento de metano que proviene de los excrementos de los herbívoros de los establos.

El óxido de nitrógeno se forma por alteración de los fertilizantes nitrogenados y de algunos componentes de la materia viva. Aparece entre los gases que se escapan de los vehículos y se produce también de forma natural por la acción de las bacterias del suelo.

El ozono de superficie se debe a la acción de descargas eléctricas sobre el oxígeno, pero la mayor parte proviene de la acción fotoquímica de las radiaciones solares sobre diversos productos contaminantes.

Además existen productos artificiales que actúan también como gas invernadero, como por ejemplo los CFC. La capacidad de estos gases para retener el calor es muy grande. El del metano es 30 veces mayor que el del CO₂, el del óxido de nitrógeno 150 veces mayor, el del ozono 1.500 veces mayor y el de los CFC puede llegar a ser 20.000 veces mayor.

De todos modos por su gran cantidad y aumento progresivo sigue siendo el CO₂ el principal causante.

c) Parece que el aumento de estos gases invernadero produciría un incremento de la retención de energía, y eso podría provocar un ascenso de la temperatura media de la Tierra. Las condiciones climáticas variarían a escala mundial. Parte de los hielos se fundirían y se elevaría, por lo tanto, el nivel del mar, con las consiguientes inundaciones y desapariciones de islas o zonas costeras bajas. La Tierra se recalentaría y aumentarían las zonas desérticas. Los países no desarrollados serían los más afectados, ya que no disponen de medios técnicos para paliar estos problemas. Hay quien piensa que el aumento de los riesgos a nivel mundial (inundaciones, sequías, tormentas, temperaturas atípicas) tienen que ver con estos cambios climáticos. (0,3 p, por citar brevemente las consecuencias subrayadas)

Entre las medidas que se recomiendan a nivel mundial están: el ahorro de energía para disminuir los niveles de CO₂ procedentes de la quema de combustibles (aislamiento de las casas para evitar pérdidas, uso de bombillas de bajo consumo, disminución del uso del vehículo, apagar luces y calefacción cuando no se precise, etc.); investigación de motores que consuman menos combustibles; mayor uso de las energías alternativas;

disminución de la tala y la quema de bosques; mayor fabricación y uso de papel reciclado; replantaciones forestales; reutilización del metano; no utilización de aerosoles, etc. (0,4 p, por citar 2 medidas de control)

AUMENTO DEL EFECTO INVERNADERO

3. Un excesivo calentamiento generalizado del aire atmosférico provocaría diversos fenómenos y consecuencias no deseados por el hombre sobre el medio ambiente.

a) Indica algunas causas de origen natural e inducidas por el hombre que pueden ocasionar el calentamiento generalizado del aire de la atmósfera. (0,7 p)

b) Señala diversos efectos ambientales que se derivan de este fenómeno. (0,6 p)

c) Comenta qué acciones concretas podrían proponerse para evitar sobre las consecuencias derivadas de este fenómeno. (0,7 p)

Para orientar su respuesta véase la anterior pregunta relativa al efecto invernadero, donde se contestan las mismas preguntas con más detalle, por lo que la desarrollamos brevemente a modo de orientación con los criterios de corrección.

Esta pregunta se calificara con dos puntos (0,7 puntos, 0,6 puntos y 0,7 puntos, máximo cada una) siempre que:

a) Se indiquen algunas **causas naturales** (variación de la actividad solar, cambios en la inclinación del eje de la Tierra, emisiones naturales de gases invernadero, como dióxido de carbono, metano o vapor de agua, etc.) e **inducidas por el hombre** (producción masiva de "gases invernadero" por producción de hidrocarburos, incendios forestales, quema de combustibles fósiles, uso de aerosoles, etc.) (0,7 p)

b) Se señalen los efectos previsibles de tipo **climático** (desplazamiento de los cinturones climáticos, aumento de las áreas desérticas), **geográfico** (inundación de extensas regiones litorales), ecológico y de reducción de los recursos (enfermedades, hambre, migraciones masivas, extinción de numerosas especies animales y vegetales, grandes pérdidas en cultivo de granos, etc.). (0,6 p)

c) Se sugieran medidas de ahorro energético, de sustitución de combustibles fósiles por otros alternativos, de potenciación del transporte público, de prevención de incendios forestales, de reutilización de recursos, reciclaje, etc. Reducir la cantidad de metano emitido a la atmósfera o bien eliminarlo, o bien quemándolo o convirtiéndolo en metanol con la posibilidad de su reutilización como fuente de energía. Plantación de nuevos bosques que contribuya a eliminar parte de la cantidad de dióxido de carbono de la atmósfera al asimilarlo por medio de la fotosíntesis, etc., según se ha recogido en las conclusiones de la cumbre de Río y las sucesivas conferencias de Kyoto, Nueva York, La Haya y Marruecos, etc. (0,7 p)

CRITERIOS DE CORRECCIÓN. SOLUCIONES ORIENTATIVAS Y EXHAUSTIVAS PRUEBA 2ª. PROPUESTA 2ª. Curso 1995-96

LLUVIA ÁCIDA

1. Algunos de los gases liberados por la chimenea de una central térmica, en determinadas condiciones atmosféricas, se transforman en otras sustancias, constituyendo la denominada lluvia ácida.

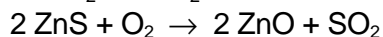
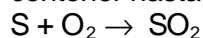
a) Explica lo que ocurre desde un punto de vista químico en la formación de la lluvia ácida. [1 PUNTO]

b) ¿Cuáles son sus principales efectos? ¿Cómo se pueden reducir estas emisiones? [1 PUNTO]

a) Explica lo que ocurre desde un punto de vista químico en la formación de la lluvia ácida. [Máximo 1 PUNTO]

Aunque la desarrollamos ampliamente, para facilitar su corrección, para obtener la máxima calificación "1 punto", bastará con señalar algunos (dos) de los procesos de formación de la lluvia ácida, tales como la formación de los óxidos y/o de los ácidos sulfuroso, sulfúrico o nítrico, que desarrollamos a continuación:

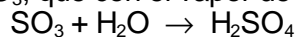
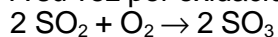
☒ Formación de algunos de los óxidos, en los procesos de combustión y del petróleo que suele contener hasta un 3% de azufre o en la tostación de los sulfuros metálicos (piritas)



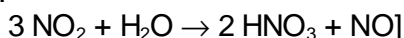
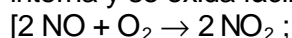
☒ Formación de los ácidos, por la acción del vapor de agua sobre los óxidos ácidos:

El SO_2 reacciona con el vapor de agua dando ácido sulfuroso: $SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3$

A su vez por oxidación del SO_2 se forma SO_3 , que con el vapor de agua da el ácido sulfúrico:



♦ Análogamente pueden explicar, de forma alternativa, la formación del ácido nítrico en la lluvia ácida, al combinarse el vapor de agua con los óxidos de nitrógeno (NO_x : NO , N_2O , NO_2), que desprenden, entre otros, en los tubos de escape de los coches, (el NO se produce en los motores de combustión interna y se oxida fácilmente a NO_2).



b) ¿Cuáles son sus principales efectos? ¿Cómo se pueden reducir estas emisiones?

[1 PUNTO]

☒ **Principales efectos [0,5 puntos].** Bastara con señalar dos de ellos, tales como:

- Daños y enfermedades en los seres humanos: (Además de las respiratorias, el agua ácida disuelve aluminio, plomo, etc y pasa al agua de los pozos produciendo al ser ingerida, numerosas enfermedades).
- Daños a la flora y a la fauna (Bosques enteros han desaparecido, ataca a hojas y raíces, falta de alimentos, desaparición de especies)
- Daños a los lagos (Pérdida de nutrientes del suelo y muerte de peces)
- Daños a aguas costeras (Contaminación de mares y bahías, desapareciendo toda forma de vida)
- Daños a cultivos (Pérdidas de cosechas enteras)
- Daños a edificios y obras de arte (Corrosión de piedras de edificios, monumentos, calizas, mármol, etc)
- Corrosión de metales (vías de trenes, etc.)

☒ **¿Cómo se pueden reducir estas emisiones? [0,5 puntos].** Bastara con señalar dos de ellas, tales como:

- Disminuir las emisiones de dióxidos de azufre y óxidos de nitrógeno en centrales térmicas.
- Construir nuevas centrales térmicas, lo más limpias y eficientes posibles. Modificar las existentes.
- Reciclar y aprovechar las emisiones de contaminantes como materia prima para la industria.
- Purificación de los combustibles fósiles, antes de su uso, quitándoles las impurezas de sustancias que contienen azufre y nitrógeno.
- Alcanzar una mayor eficiencia energética.
- Transferir la tecnología punta, más desarrollada, a los países menos desarrollados, la contaminación atmosférica no tiene fronteras, la lluvia ácida sobre Canadá la ha producido en gran parte, Estados Unidos, etc.)
- Fomentar la investigación del medio ambiente y la utilización de energías alternativas.
- Uso de convertidores catalíticos en los tubos de escape de los automóviles para descomponer los NO_x en N_2 y O_2
- Detener el aumento masivo de transporte por carretera. Potenciar el uso del transporte público.
- Disminuir o frenar nuestras demandas energética. Desarrollo sostenible, etc, etc....
- Mayor conciencia ciudadana. Potenciar la Educación Ambiental y las asociaciones ecologistas, etc., etc.....
- Desarrollo de legislación. Control y penalización a infractores.

LLUVIA ÁCIDA

2. Con frecuencia se oye hablar de los problemas causados por la lluvia ácida sobre determinadas regiones.

a) ¿En qué consiste este fenómeno? ¿Qué reacciones químicas lo originan? ¿Qué efectos perjudiciales ocasiona?

b) Indica alguna zona en la que se este dando a menudo esta situación. ¿Por qué efectos pueden llegar a regiones muy distantes del punto o área de origen del fenómeno?

c) Señala algunas medidas concretas que faciliten una solución a este problema

Para orientar su respuesta véase la anterior pregunta relativa a la lluvia ácida, por lo que la desarrollamos brevemente a modo de orientación

Esta pregunta se calificara con 2 puntos (0,7 como máximo cada apartado) siempre que:

a) Se conozca el fenómeno de la lluvia ácida tanto en su generación y características, señalando alguna reacción que la origina, y se conozcan sus efectos negativos, tales como: quema de las plantas, haciendo que se vuelvan amarillas y mueran, que pueden destruir ecosistemas completos, pérdida de nutrientes esenciales en la tierra por la introducción de ácidos en ella, destrucción de los sistemas ecológicos de los lagos (disminuyen grandes poblaciones de peces y altera otras partes de la red de interdependencia entre las especies vivientes en ellos, disuelven sales de aluminio y algunos metales pesados nocivos, que pasan a la cadena trófica), produce corrosión en algunos tesoros, monumentos, puentes..., deteriora la calidad de vida (los contaminantes irritan los ojos y producen problemas respiratorios)... etc.

b) Se indique alguna región receptora como el norte de Europa y de América, Canadá, etc. y se explique la relación de este fenómeno con la circulación atmosférica, dando lugar a la llamada "contaminación transfronterá"

c) Se propongan algunas medidas preventivas o correctoras del fenómeno centradas en la reducción de gases del tipo de óxidos de azufre y nitrógeno, tales como: buscar nuevas fuentes de energía, quemar menos combustibles fósiles en la producción de energía y en el transporte, buscar nuevos sistemas de transporte: vehículos de bajo consumo en gasolina y conseguir que funcionen con etanol, electricidad o mejor con cualquier fuente renovable de energía, aumento del uso de los transportes públicos, producción de materiales nuevos que requieran poca energía y utilicen materias primas renovables, instalar sistemas de desulfuración o filtrado de óxidos de nitrógeno en todas las chimeneas de las industrias contaminantes, utilizar catalizadores en los tubos de escape de los coches, etc.

CRITERIOS DE CORRECCIÓN. SOLUCIONES ORIENTATIVAS Y EXHAUSTIVAS

EROSIÓN DE LA CAPA DE OZONO

1. "A partir de Enero de 1995, los compuestos clorofluorocarbonados (CFC) quedaron prohibidos en la Unión Europea, debido a sus efectos nocivos sobre la capa de ozono- reconocidos por la mayoría de los científicos. Una consecuencia de esta prohibición es que los fabricantes de frigoríficos y congeladores deberán renovar totalmente los productos en los que utilizaban hasta ahora de los CFC."

Organización de Consumidores y Usuarios.

a) ¿Qué es la capa de ozono, dónde se sitúa y qué función realiza como componente atmosférico? (0.6 p)

b) Explica cuál es la acción de los CFC en la capa de ozono y las repercusiones ambientales de dicha acción. (0,7 p)

c) Identifica dónde se encuentran los CFC tanto en los objetos de uso diario cómo en los de uso industrial,

indica para que se usen y redacta una serie de medidas encaminadas a disminuir su uso, por lo tanto sus efectos y consecuencias. (0,7 p)

Esta pregunta se calificara con 2 puntos (0,6 , 0,7 p y 0,6 p como máximo para cada apartado) siempre que se conteste a los aspectos que se preguntan de forma breve pero completa y correcta, que desarrollamos de forma muy completa, para que su ejemplificación sirva también para los siguientes ejercicios propuestos, que no desarrollamos en esta propuesta. Subrayamos los aspectos básicos a contestar en cada apartado de este ejercicio.

a) El ozono es un derivado del oxígeno y sus moléculas están formadas por tres átomos de oxígeno. Su fórmula es O₃. Aparece en las altas capas de la atmósfera, en la estratosfera y se forma por acción de la luz ultravioleta sobre el oxígeno. De forma ocasional puede estar en las capas inferiores (la troposfera), formándose por la acción de descargas eléctricas procedentes de tormentas. (0,3 p, por citar qué es y dónde se sitúa)

La radiación que procede del sol no es homogénea, sino que está formada por un espectro de calidades diversas. La luz blanca es la única radiación del espectro que podemos ver los humanos. En dicho espectro aparecen radiaciones de longitud de onda corta (violeta o ultravioleta) que está asociada a energía muy concentrada, cuyos fotones hacen saltar a los átomos y alteran las uniones moleculares.

Estas radiaciones de onda corta, alta frecuencia, (UV) son muy destructivas para la materia viva. Por debajo de la luz visible hay radiaciones de longitud de onda más larga (radiación infrarroja, microondas, radiondas), que están asociadas a fotones de poca energía que sólo producen vibración o agitación en las estructuras moleculares.

En este contexto, en las altas capas de la atmósfera las radiaciones ultravioleta inciden sobre el oxígeno, disociando sus átomos y formándose nuevas moléculas de ozono, en un proceso continuo y en equilibrio, en el cual gran parte de las radiaciones ultravioletas son absorbidas, reduciéndose el número de ellas que llega a la Tierra. La capa de ozono es, por lo tanto, una barrera de gran utilidad para disminuir la llegada de las radiaciones ultravioletas a la superficie de la Tierra. (0,3 p, por citar las repercusiones ambientales de dicha acción)

Las reacciones implicadas son:

1) Formación del ozono



La reacción (2) entraña una colisión triple, y por lo general, M es O₂, N₂

2) Descomposición del ozono

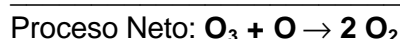
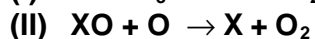
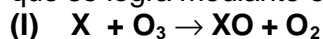


Como los procesos (3) y (4) son más lentos que las reacciones (1) y (2), se produce una acumulación neta de ozono. Por otra parte gracias a los procesos (2) y (3), se produce una gran cantidad de calor que se disipa en la atmósfera, siendo responsable del aumento de T^a con la altitud en la estratosfera.

La velocidad máxima de producción del ozono tiene lugar sobre el ecuador, que es donde la radiación solar es máxima y a una altura de unos 22 Km. Esta altura de máxima producción de ozono es un compromiso entre la tendencia a una mayor intensidad de la radiación solar al aumentar la altitud y una menor concentración de oxígeno molecular fotodisociable, con la altura.

b) Los CFC son compuestos químicos muy estables derivados halogenados de hidrocarburos como el metano, que son transportados sin descomponerse hasta altas zonas de la atmósfera. Allí, bajo la acción de los rayos ultravioletas, se descomponen liberando el Cl. atómico que a su vez reacciona con el ozono destruyéndolo al combinarse con un átomo de oxígeno y liberar el oxígeno molecular.

Estos procesos cíclicos constan de dos reacciones encadenadas cuyo resultado final es el mismo que se logra mediante el proceso :

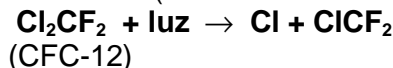


donde X = **Cl, Br, NO, OH, H, CO**

Proceso catalítico, donde X es la especie que actúa de catalizador, de su naturaleza depende la velocidad de eliminación del ozono formado. Cl y NO dan lugar al 60 % de destrucción del ozono. H y OH el 35 % (0,4 p, por explicar cuál es la acción de los CFC en la capa de ozono)

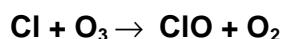
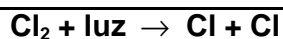
La principal amenaza del ozono estratosférico proviene de los CFCs (Clorofluorcarbonos).

Estos compuestos, al igual que el N₂O, son muy estables, pero en la estratosfera se fotodisocian (se disocian por la acción de la radiación UV) para dar átomos de cloro reactivo. Por ejemplo, la molécula de CFC-12 (diclorodifluorometano), con la luz ultravioleta lejana se fragmenta para dar dos radicales:



La erosión de la capa de ozono es especialmente intensa en la Antártida, donde se ha observado que de forma periódica a finales del mes de septiembre y principios de octubre, coincidiendo con el fin del invierno polar, se produce un nivel acusado de ozono en la estratosfera antártica.

Durante esta época del año, se establece en la Antártida un régimen de vientos, que aísla una masa de aire encima del polo, lo cual recrudece la meteorología invernal. Se consiguen en esta época del año temperaturas comprendidas entre -80 y -90 °C. estas temperaturas conducen a la formación de partículas de hielo y de cristales y de moléculas hidratadas que favorecen el desarrollo de determinados procesos químicos en su superficie, que liberan moléculas. En la oscuridad del invierno antártico, las moléculas de cloro (Cl₂) permanecen estables, pero al aparecer los primeros rayos de sol en primavera, la molécula de cloro se fotodisocia, dando lugar a dos átomos de cloro que inician la destrucción del ozono.



La repercusión ambiental se deduce de lo explicado anteriormente, ya que al disminuir la cantidad de ozono no se absorben parte de las radiaciones ultravioletas y llegan hasta la superficie terrestre, con consiguiente peligro para la salud humana y para la materia viva en general. En esta línea se interpreta el aumento de los casos de cáncer de piel y de cataratas, así como la destrucción de productores primarios como el plancton. y de otros seres que no llegarían a adultos. (0,3 p, por las repercusiones ambientales de dicha acción, basta citar dos de ellas)

c) Los CFC se **utilizan** en la industria: como componentes de los envases de aerosol de gran número de productos de perfumería, insecticidas, etc.: como disolventes en industrias de limpieza; como agentes espumantes en la elaboración de espumas para colchones y materiales de aislamiento térmico; como refrigerantes en neveras, congeladores, acondicionadores de aire, etc. (0,3 p, por citar 2 sitios dónde se encuentran y para que se usen los CFC)

Como **medidas para afrontar el problema**, podrían ser útiles las siguientes: sustituir los aerosoles por pulverizadores; utilizar espumas sintéticas que no contengan CFC; solicitar el reciclaje de los existentes en los frigoríficos viejos; comprar menos detergentes especiales para cada cosa; solicitar información en asociaciones ecologistas, etc. **Prohibición real de los de los CFCs y de todas las sustancias "comeozono"**

(0,4 p, por citar medidas encaminadas a disminuir su uso y, por lo tanto sus efectos y consecuencias)

BIBLIOGRAFÍA REOMENDADA

- ABELSON, P.H. (1987) " Ozone and acid rain". *Science*, 238, 9.
- AGUILERA; F., BRITO, A. y otros (1994): *Canarias. Economía. Ecología y medio ambiente*. Francisco Lemus Editor. La Laguna. Tenerife.
- BAC, A. (1990) *Ecología y medio ambiente*. Ed. Bruño, Madrid.
- BAILAR, J.C. y otros (1983) *Química*. Vicens Vives. Barcelona.
- BOLÓS , M^a. de y otros : *Manual de ciencia del paisaje. Teoría, métodos y aplicaciones*. Masson. Barcelona, 1992.
- BROWN, T.L., LEMAY, H.E. (1987) *Química, la Ciencia Central*. Mexico Prentice Hall, 3^a Ed.,

- BROWN, L. R y otros (1998): *La situación del mundo. Informe del World Watch Institute*. Barcelona. Icaria Editorial.
- BREUER G. (1987) *El aire en peligro*. Biblioteca Científica Salvat, Barcelona.
- CADUTO, M. J., PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL UNESCO-PNUMA (1992) *Guía para la enseñanza de valores ambientales*. Los Libros de la catarata. Madrid.
- CAÑAL, P., GARCÍA, J.E., Y PORLAN R. (1981) *Ecología y escuela; teoría y práctica de la investigación ambiental*. Laia, Barcelona.
- CÁRDENES, A., FANIO, M., GONZÁLEZ, E., NUEZ, E., SANTANA, F Y SARMIENTO, R. Grupo estable Lise Meitner (1996): C.T.S. Una propuesta para motivar al alumnado. IX Congreso de la ACEC Viera y Clavijo. Santa Cruz de Tenerife.
- CERDÁN, D. y otros (1985) "Disociación entre química escolar y la realidad". I Congreso Internacional sobre la didáctica de las Ciencias y de las matemáticas, Barcelona, *Enseñanza de las Ciencias, número extra*, pp 82.
- CHOVIN, P Y ROUSSEL, A. (1980) *La polución atmosférica*. Oikos-Tau, Barcelona.
- CICERONE, R.J. (1987) "Changing in Stratospheric ozone". *Science*, 237. 3 July
- CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN: *DECRETO 101/1995, de 26 de abril*, (BOC de 25 de mayo) de la Consejería de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias, *por el que se establece el currículo de Bachillerato*.
- CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN: Nuevo *DECRETO* de la Consejería de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias, *por el que se establece el nuevo currículo de Bachillerato*. (pendiente de publicación en el BOC, publicado en la página Web de la Consejería de Educación)
- COOPER, A. R. (1988) "Models and Environmental Chemistry". *Education in Chemistry*, January.
- DA CRUZ, H. (1989): *Lluvia ácida. Impactos ambientales de las grandes instalaciones de combustión*. Madrid. Federación de amigos de la Tierra. Miragunao Ediciones.
- DAUBOIS, J. (1976) *La Ecología en la escuela*. Kapelusz. Buenos Aires.
- DGMA-MOPU, (1989) *Educación ambiental: situación española y estrategia internacional*. Monografía de la Dirección General del Medio Ambiente. MOPU. Madrid.
- DICKERSON, R.E. (1980) *Principios de Química*. Reverté. Barcelona.
- DICKSON T.R. (1980) *Química. Enfoque Ecológico*. Limusa. México.
- DOLEZOL T. (1991) "Ozono, el enigma del año 2000" *Nature*, Mayo, pp 60-66.
- DOMÉNECH, X.(1991) *Química atmosférica. Origen y efectos de la contaminación*. Miraguano Ediciones.
- DOMENECH, X. (1994). *El impacto ambiental de los residuos*. Madrid: Miraguano Ediciones.
- ERICKSON, J (1992): *El efecto invernadero. El desastre de mañana, hoy*. Madrid, Mc Graw Hill.
- ESCALANTE, A., ALCARAZ, J. , PÉREZ, A. , MARTEL, I. Y MARTÍNEZ, F. (1994): Las interacciones Ciencia, Técnica y Sociedad: Reflexiones y propuestas didácticas. Actas VIII congreso de la ACEC Viera y Clavijo, 160-168. Las palmas de Gran Canaria.
- FISHER, M. (1993): *la capa de ozono. La Tierra en peligro*. Madrid. MC Graw Hill.
- GARCÍA, J.E. (1990): La contaminación atmosférica como conocimiento escolar. Investigación en la escuela, nº 11.
- GIORDAN, A. y SOUCHON, C. (1995). *La educación ambiental: guía práctica*. Díada. Editora. Sevilla.
- GOMEZ C. Y CERVERA, S (1989) "Actitudes y cambio conceptual en la educación ambiental". III Congreso Internacional sobre la didáctica de las Ciencias y de las matemáticas, Santiago de Compostela, *Enseñanza de las Ciencias, número extra*, pp 209-210.
- GONZALEZ, M., LÓPEZ, J.A. Y LUJÁN, J. (1996): *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid. Tecnos.
- GRUP MARTI I FRANQUES (1986) *¿Eso es Química?* Biblioteca de Recursos didácticos Alhambra. Madrid.
- HAAGEN SMITH, A.J. (1976) *Química y ecosfera*. Scientific Americam. Ed. Blume, Madrid.
- HARE, T., KARAS, J. Y ROSE C. (1990) *La Capa de Ozono*. Ed. SM, Madrid.
- HARE, T. BOYLE S. Y KARAS, J. (1990) *El efecto invernadero*. Ed. SM, Madrid.
- HARE, T. (1990) *La lluvia ácida*. Ed. SM, Madrid.
- HERNÁNDEZ, ANA J. (1990) *Temas ecológicos de incidencia social*. Narcea - Universidad de Alcalá de Henares. Madrid.
- HERRERO MOLINO, C. (1989) *Madre tierra. ¿Por qué conservar?* ICONA.

- HUNGERFORD, H. R. y PEYTON, R.B., PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL UNESCO-PNUMA, (1992) *Cómo Construir un programa de educación ambiental*. Los Libros de la catarata. Madrid.
- HUNT, D. y JOHNSON, C. (1996): *Sistemas de gestión medioambiental*. Madrid. Mc Graw Hill.
- JÍMENEZ, L. (1996): *Desarrollo Sostenible y economía ecológica*. Madrid. Síntesis.
- KERR, R. A. (1988) "Evidence of Artic Ozone Destruction". *Science*. Vol 240, 27 May.
- LEITHE W. (1980) *La Química y la protección del medio ambiente*. Paraninfo, Madrid.
- ☒ LÓPEZ, Cayetano y otros (1995): *Ciencia, Tecnología, Medio Ambiente*. Anuario 1996. Ediciones El país. Madrid.
- LUCAS, A.M. (1992): Educación ambiental para una era nuclear. *Adaxe*, 8, 123-136.
- MARCO, B., MATO, M^a. C. Y REPETTO, E. (1989) "Propuesta curricular innovadora: Aplicación de principios Químico-Físicos al estudio de los problemas medio-ambientales" *III Congreso Internacional sobre la didáctica de las Ciencias y de las matemáticas*. Actas, tomo II, pp, 259-262.
- MARCO, B. (1991): Efectos e la lluvia ácida estudio de un caso. *Investigación en la escuela*, nº 14.
- MARCO, B. (1995). La naturaleza de la Ciencia en los enfoques CTS. *Alambique*, 3. pp. 19-29.
- MARTÍNEZ, F., DELGADO, M., CASILLAS, M^a.C., MORERA, M^a P., GUERRA, D., FERRER, M, GARCÍA, T, GUTIERREZ, S (1992) "La Construcción de la Químico-Física del medio ambiente. Módulos de enseñanza aprendizaje medio ambiental". *Proyecto de Investigación e Innovación Educativa*. (Consejería de Educación : Canarias).
- MARTÍNEZ, F. y DE SANTA ANA E. (1993): Aspectos didácticos de la químico-física del medio ambiente: La lluvia ácida y la capa de ozono dos ejemplos de módulos de enseñanza y aprendizaje de Educación Ambiental en la Enseñanza Secundaria. Barcelona. IV Congreso Internacional de la Enseñanza de las Ciencias.
- ☒ MARTÍNEZ, F., MATO, M. C. y REPETTO, E. (1995): *Los aspectos medioambientales y la Enseñanza de las Ciencias en la Educación Secundaria*. Tenerife, CCPC - Consejería de Educación. Cuadernos de Aula nº 6.
- MARTÍNEZ, F. Y MESTRES, M. A. (1996): *Guía de recursos de Ciencias de la Naturaleza de la Educación Secundaria Obligatoria*. Consejería de Educación del Gobierno de Canarias. Tenerife.
- MARTINEZ, F. (1996). *Los ejes transversales del currículo*. En estrategias de intervención en el aula desde la LOGSE. ICEPSS. Las Palmas de Gran Canaria.
- MARTÍNEZ, F. Y REPETTO, E. (1996): Orientaciones para el desarrollo del currículo de Física y Química de Bachillerato con un enfoque que contemple las relaciones CTS. Tenerife. IX Congreso de la ACEC Viera y Clavijo.
- MARTÍNEZ, F. y DE SANTA ANA E. (1997): La lluvia ácida y la capa de ozono dos ejemplos de módulos de enseñanza y aprendizaje de Educación Ambiental en la Física y Química de Bachillerato. Tenerife. I Jornadas De Educación ambiental en Canarias.
- MARTÍNEZ, F. (1.997): Las relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y medio Ambiente: ejemplos de actividades sobre implicaciones de la Física y la Química de Bachillerato en el Medio Ambiente. Tenerife. I Jornadas De Educación Ambiental en Canarias.
- MARTÍNEZ, F, Y GARCÍA J. (1997). El medio ambiente en Canarias. Un enfoque ambiental para el desarrollo de los currículos de Ciencias en la Educación Secundaria. Una experiencia de formación inicial del profesorado en los cursos de cualificación pedagógica. V Congreso Internacional sobre investigación en la Didáctica de las Ciencias. Murcia. Enseñanza de las Ciencias.
- MARTÍNEZ, F. y MARTÍN, A. (1997): La educación ambiental como eje transversal en la enseñanza secundaria". Una propuesta didáctica de formación permanente del profesorado para ambientalizar el currículo de educación secundaria. Comunicación presentada en el V Congreso Internacional sobre investigación en la Didáctica de las Ciencias. Murcia. Enseñanza de las Ciencias.
- MARTÍNEZ, F. Y DIAZ, A. (1997): El desarrollo del currículo de Física de Bachillerato con un enfoque que contemple las relaciones entre Ciencia, Tecnología y Sociedad. Ejemplo de actividades de física con orientación CTS. 7º Encuentro Ibérico para la Enseñanza de la Física. XXVI Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Física.
- MATO, M^a. C., REPETTO, E. (1995). Los impactos medioambientales como contexto de aprendizaje: la lluvia ácida. *Alambique*, 6, 125-129. Barcelona.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA (2001): *Nuevo Real Decreto por el que se establecen las enseñanzas mínimas de Bachillerato*. (BOE de 16 de Enero del 2001).
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA (1992): *Real Decreto 1178/92 de 2 de Octubre por el que se establecen las enseñanzas mínimas de Bachillerato*. (BOE de 21 de Octubre).

- MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA (1993): *Resolución de 29 de Diciembre de 1992 (BOE de 29 de Enero de 1993) de la Dirección General de Renovación Pedagógica por la que se regula el currículo de las materias optativas de Bachillerato. Anexo: Ciencia, Tecnología y Sociedad.*
- MOLERO, J. Y OTROS (1983) "Experiencias sobre contaminación atmosférica". *Nueva Revista de Enseñanzas Medias*. 2, 119-28.
- MOUVIER, G. (1996): *La contaminación atmosférica*. Madrid. Debate. Dominós.
- MUNTAÑOLA, J. (1980): *Didáctica medioambiental; fundamentos y posibilidades*. Oikos-Tau, Barcelona.
- PARDO, A. (1995). *La educación ambiental como proyecto*. ICE-Horsori. Barcelona.
- ☒ PÉREZ, P. y CAMACHO, E. (1996). Una metodología para el estudio de las ideas sobre la contaminación. *Alambique*, 7, pp. 109-116.
- ☒ QUETEL, R. SOUCHON, C. (1994). *Educación Ambiental: hacia una pedagogía basada en la resolución de problemas*. PIEA, 15. Bilbao. Los libros de la catarata.
- ROJERO, J. (1989) "La cuestión metodológica en educación ambiental". *Investigación en la escuela*, 9.
- RONDININI, Carlo (2.000). *La ecología. Las mil caras de la vida*. Madrid. Editex.
- RUSSELL, J.B., LARENA, A. (1988) *QUÍMICA*×Mc Graw Hill. Madrid.
- SANDERSON, P. (1987) "Environmental Chemistry in action". *Education in Chemistry*. January.
- SANS, R., DE PABLO, J. (1989) *Ingeniería ambiental: Contaminación y tratamientos*. Marcombo, Barcelona.
- SANTISTEBAN, A. (1997): *Los profesores ante el reto de la Educación Ambiental*.
- SOLBES, J. Y VILCHES, A. (1989) "Interacciones Ciencia/Técnica/Sociedad: Un instrumento de cambio actitudinal". *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (1), pp 14-20.
- SOLBES, J. Y VILCHES, A. (1992) "El modelo Constructivista y las relaciones Ciencia/ Técnica/ Sociedad (C/T/S)". *Enseñanza de las Ciencias*, 10 (2), pp 181-186.
- SOLBES, J. Y VILCHES, A. (1995): El profesorado y las actividades CTS: *Alambique*, 3, 30-38.
- SOLVES, J. Y VILCHES, A. (1998). *Interacciones CTS en los nuevos textos de la Enseñanza Secundaria*. Investigación e Innovación en la Enseñanza de las Ciencias. Universidad de Murcia, Volumen I, pp. 142-147.
- SPEEDING D. J. (1981) *Contaminación atmosférica*. Reverte. Barcelona.
- TRUX, J. (1991) "Así avanza el agujero de ozono". *Muy interesante*. Septiembre, 1991, pp 4-12.
- VARIOS AUTORES (1989) *Educación ambiental: Situación española y Estrategia Internacional*.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y URBANISMO, Centro de Publicaciones del MOPU, Madrid.
- ☒ VARIOS AUTORES (1984) "La Educación Ambiental". *Cuadernos de Pedagogía*, nº 109
- ☒ Varios AUTORES (1995): La Educación Ciencia Tecnología y Sociedad. Monográfico *Alambique* nº 3.
- ☒ VARIOS AUTORES (1995): La Educación Ambiental. Monográfico *Alambique* nº 6.
- ☒ Varios AUTORES (2001): La química cotidiana. Monográfico *Alambique* nº 29.
- ☒ Varios AUTORES (2001): Nuevos tiempos, nuevos contenidos Monográfico *Alambique* nº 29.
- VILCHES, A. (1993). Las interacciones CTS y la Enseñanza de las Ciencias Físico-Químicas. **Tesis Doctoral**. Universidad de Valencia.
- VILCHES, A. (1994): "La Introducción de las interacciones Ciencia, Técnica y Sociedad (CTS). Una propuesta necesaria en la Enseñanza de las Ciencias." *Barcelona, Aula de innovación, nº27, pp 32-40*.
- VINAGRE, F., MULERO, M^a. R. y GUERRA, J.F. (1996). *Cuestiones curiosas de química*. Madrid. Alianza editorial.
- WARK, K. Y WARNER, C.F. (1990) *Contaminación del aire. Origen y control*. Ed. Limusa, México.
- WILKE, R.J. ; PEYTON, R.B.; HUNGERFORD, H.R. (1994). *Estrategias para la formación del profesorado en Educación ambiental*. PIEA, 25. Bilbao. Los libros de la catarata.
- YUS, R. (1989) "¿ Una educación ambiental sin base conceptual?" *II Jornadas andaluzas De Escuela y Medio ambiente*, Matalascañas.
- YUS, R. (1996): Temas transversales y educación global. Una nueva escuela para un humanismo mundialista. *Aula de Innovación educativa*, 51, 5-12.

**Direcciones de Páginas Web de interés
Enseñanza de la Química**

Contenido	Dirección de la web
Revista Enseñanza de las Ciencias	http://www.blues.uab.es/rev-ens-ciencias
Real Sociedad Española de Química	http://www.ucm.es/info/rsequim

**Direcciones de Páginas Web de interés
Enseñanza de la Química**

Contenido	Dirección de la web
Asociación Nacional de químicos de España	http://www.unque.es/
Colegio de químicos de Canarias	www.colequimcan.es
PAU Química CEP de Arucas	http://nti.educa.rcanaria.es/cep_arucas/marcos%20quimica.htm
Curiosidades y enlaces sobre Química General	www.anit.es/enbor/quimica.html
Química educativa con enlaces a otras web	www.chemedia.com/pag0001.htm
ADENA Páginas de ecología virtual en defensa del equilibrio ecológico	http://www.wwf.es:80/
Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)	http://www.ciemat.es
GREENPEACE INTERNACIONAL	http://www.greenpeace.org/
GREENPEACE ESPAÑA	http://www.greenpeace.es
Quercus: Servidor de información ambiental	http://www.quercus.es
Centro de investigaciones energéticas medioambientales y tecnológicas. (CIEMAT)	http://www.ciemat.es
G.A.I.A. Gestió Ambiental i Abastament, S.A., empresa de ingeniería ambiental	http://www.eunet.es/interstand/gaia/
Medio Ambiente en Canarias	www.gobiernodecanarias.org/medioambiente
Química experimental (The Sciencies Explorer)	http://library.thinkquest.org/11771/spanish/hi/chemistry/
Experimentos de química (The Sciencies Explorer)	http://library.thinkquest.org/11771/spanish/hi/chemistry/experiments.html
Propiedades de un compuesto a partir de su fórmula	http://www.chemfinder.com
Recursos en Química Elementos químicos	http://www.chemmybear.com
Enlaces de moléculas en 3D	http://neon.chem.ox.ac.uk/vrchemistry/default.htm/
Recursos Educativos en Química (Nueva Zelanda)	http://www.chemistry.co.nz/chem.hym
Sustancias Moleculares y Geometría Molecular. Programa de actividades	http://www.pntic.mec.es/mem/moleculares/indice.html
El centenario del electrón	http://www.nmsi.ac.uk/on-line/electron/
Los premios Nóbel	http://www.nobel.sel/prize/index.html
Recursos sobre reacciones químicas	http://persona5.iddeo.es/pefeco/index.htm/
Recursos de química	http://www.fortunecity.com/campus/dawson/196/
Recursos de Química (En castellano)	http://www.geocities.com/Athens/Olympus/4182/index.html
Tutorial de química. Mol. Estequiometría	http://w3.nai.net/~bobsa/sa/tutorial/htm
Applet sobre reacciones químicas	http://ir.chem.cmu.cmu.edu/irProject/applets/stoich/applet.asp
Química orgánica. Isómeros	http://www.chemfinder.com/
Geometría de moléculas. Animaciones	http://www.angelfire.com/md/mzh/p1.html
Propiedades y aplicaciones de Hidrocarburos Laboratorio Virtual	http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Launchpad/6318/
Calcular Pesos moleculares y % a partir del nº de átomos	http://yip5.chem.wfu.edu/yip/js/sdemo1.html
Métodos de separación de mezclas	www.ur.mx/cursos/diya/quimicajescobed/separa.htm
Revista Journal of Chemical Education	http://jchemed.chem.wisc.edu/
Curso de nomenclatura química	http://uas.uasnet.mx/fcqb/nomenc/portada.html
Todo sobre Química en Internet. Quiminet	http://persona5.iddeo.es/pefeco/index.html
Software de química variado	http://persona5.iddeo.es/pefeco/softlab.html
Red latinoamericana de química	http://www.relaq.mx/
Programas de química orgánica	http://www.uv.es/~slopez/quiorg/program.htm
Tabla periódica interactiva	http://www.modelscience.com/periodic.html
Conferencia Bienal de Chemical Education	http://www.umich.edu/~bcce/

Direcciones de Páginas Web de interés Enseñanza de la Química	
Contenido	Dirección de la web
Universidad de Michigan	
El petróleo	http://www.imp.mx/petroleo/petroleo.htm http://www.imp.mx/petroleo/apuntes/comp_petr.htm
Tabla Periódica en la Web	http://www.shf.ac.uk/~chem/web-elements/
Química y física de polímeros y cristales líquidos	http://plc.cwru.edu/tutorial/enhaced/main.htm
Laboratorio virtual de física y química	http://neon.chem.ox.ac.uk/vrchemistry/labintro
Geometría molecular Furio	http://www.pntic.mec.es/mem/moleculares/indice.html
IUPAC. Nomenclatura	http://www.chem.qmw.ac.uk/iupac/
Experiencias de química	http://library.thinkquest.org/2690/exper/exper.htm
Instituto de química física CSIC	http://www.roca.csic.es/

<http://www.hipocom.es/cpr1/fyq.html>

Enlaces de Física y Química

Química

- [MathMol Library of 3-D Molecular Structures \(en inglés\)](#) ofrece una amplia base de datos, incluidas imágenes, sobre diferentes moléculas orgánicas e inorgánicas.
- [Maite Ruiz tiene otro buscador de recursos "El alambique" sobre física y química](#)
- [Química 10º Grado:](#) algunos apuntes y sugerencias didácticas
- "[Estudio del equilibrio químico con la hoja de cálculo Excel 97](#)", por Manuel Castelló.
- [Formulas MAGISTRALES:](#) Algunas reacciones químicas para conseguir productos de uso cotidiano
- [Una muy recomendable página sobre seguridad en los laboratorios de química para todos los profesores de esta materia. Destaca por su calidad documental.](#)
- [Tabla Periódica de los Elementos,](#) con bastantes enlaces a temas relacionados (en inglés)
- [Un poco de Química:](#) en esta página se pretende recoger e intercambiar temas y experiencias aplicables a la enseñanza de la química en educación secundaria. En ella se encuentran los apartados: TEMAS de química, LABORATORIO, SOFTWARE, TABLÓN DE ANUNCIOS, CHAT Y LINKS.
- [Programas de Química General](#)

Física y Química

- [Materiales Didácticos](#) : amplísima colección de direcciones relacionadas con estos temas
- [Biblioteca virtual del Proyecto GazteNet](#) en la que puede encontrar formación complementaria, dentro de Internet, a algunos de los libros que se estudian en la E.S.O. Éstos están ordenados por curso, asignatura y editorial, y siguiendo el mismo esquema que los libros originales.

- [Indexnet. Santillana](#): Interesantes contenidos de carácter educativo estructurados en tres bloques principales: Información, Debates y Experiencias.

Buscadores temáticos

- [American Institute of Physics. Weekly Physics News](#): Para encontrar información sobre los últimos avances en física. Actualizado semanalmente.
 - [ChemCenter](#): Motor de búsqueda de química.
 - [ChemExper](#): Permite localizar datos sobre compuestos químicos.
 - [Chemfinder](#): Buscador de productos, fórmulas y compuestos químicos. Cada descripción se acompaña de direcciones relacionadas con el mismo.
 - [Hazardous Chemical Database](#): Recopila fundamentalmente información sobre productos químicos peligrosos.
 - [MedChem Names Database](#): Permite localizar unos 30.000 componentes químicos.
 - [PESTIS](#): Servidor enfocado particularmente a localizar todo tipo de productos pesticidas: características, aplicación, efectos, etc.
 - [Physics Around The World](#): Servidor que incluye información extensa sobre el campo de la física, atendiendo a los sectores de la investigación, de la educación, novedades, biografías de físicos, etc.
 - [PhysLINK](#): Proporciona una gran cantidad de recursos de física: centros de investigación, publicaciones, ofertas de trabajo, noticias, historia, software, imágenes, etc., todo ello acompañado por un excelente diseño.
- [SciCentral](#): excelente índice que permite buscar recursos científicos

EL MEDIO AMBIENTE

<http://www.unep.org/wed>

Página de la ONU sobre el medio ambiente, que nos muestra con preocupación los múltiples problemas que ponen en peligro la supervivencia de la vida en la Tierra.

Recursos comentados de Energías alternativas:

<http://www.ictnet.esp/comunidades/energia/default.htm>

Fuentes renovables de energía y el agua:

www.itc-canarias.org/cica.html

Energías renovables y enseñanza secundaria:

<http://nti.educa.rcanaria.es/blascabrera/per/crestx/erestxB.htm>

Centro de Investigaciones energéticas y medio ambientales CIEMAT:

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

AEDENAT: Temas medioambientales: <http://nodo50.ix.apc.org/aedenat/>

Instituto Nacional de Ecología INE (México): <http://www.ine.gob.mx/>

GreenPeace España: <http://www.greenpeace.es>

GreenPeace Internacional: <http://www.greenpeace.org/>