

tención y el esfuerzo por lograrlo, tanto en la investigación científica como en el desarrollo tecnológico. Pero hay otros problemas que no radican en que los materiales procedan o no del petróleo. Incluso cuando la alternativa de usar fuentes renovables como materia prima para los plásticos llegara a ser realidad, todavía necesitaríamos petróleo como energía, para procesar esos materiales y trasportarlos. La energía aparece pues como el problema de mayor envergadura.

BIBLIOGRAFÍA

1. A. Horta: "Macromoléculas", UNED, Madrid, 1982 y 1991.

2. R.V. Lenz y R.H. Marchessault, *Biomacromolecules*, **6**, 1 (2005).
3. A. Södergard y M. Stolt, *Prog. Polym. Sci.* **27**, 1123 (2002).
4. K. Sudesh, H. Abe y Y. Doi, *Prog. Polym. Sci.* **25**, 1503 (2000).
5. C. Sánchez Renamayor y M.J. Molina Lorenzo (coordinadoras), "Plásticos aplicados en Medicina", UNED, Madrid, 2003.
6. S.H. Imam, R.V. Greene y B.R. Zaidi (coordinadores), "Biopolymers", Am. Chem. Soc., Washington, USA, 1999.
7. J. Fraschini, R. Plesu, J.R. Sarasúa & R.E. Prud'homme, *J. Polym. Sci. B: Polym. Phys.* **43**, 3308 (2005).

Arturo Horta Zubiaga

Dpto. de Ciencias y Técnicas Fisicoquímicas

NOVEDADES CIENTÍFICAS

Novedades Científicas en Ciencias Ambientales

DISMINUCIÓN DEL pH DE LA SUPERFICIE OCEÁNICA

El pH de la superficie oceánica podría haber disminuido en 0,1 unidades, lo que equivale a un incremento del 30% en la concentración de iones hidronio en el agua.

C. Pelejero y E. Calvo, investigadores del Instituto de Ciencias del Mar (CSIC) de Barcelona, han mostrado por primera vez, en colaboración con la Universidad de Australia, cómo ha evolucionado la acidez del agua de los océanos en los últimos 300 años. En su estudio, (*Science*, 2005, **309**, 2204-2207), se describen variaciones importantes del pH, de 0,3 unidades, en ciclos de 50 años, lo que permite evaluar la variabilidad natural del pH de las aguas. Hasta el presente no se disponía de medidas instrumentales para analizar esta acidificación en un periodo tan extenso.

Las determinaciones del pH marino se han realizado mediante el análisis de muestras de un coral de la especie *Porites*, de 300 años de antigüedad, procedente del arrecife de Flinders, a 250 kilómetros de la costa noreste de Australia. La reconstrucción de pH, que incluye la era preindustrial y la moderna, pone de

manifiesto un problema medioambiental relativamente nuevo, la progresiva acidificación de los océanos.

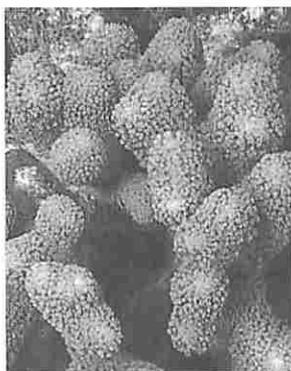


Figura 1. Coral *Porites*.

"SECUESTRO" DE DIÓXIDO DE CARBONO CO₂

Ante las dificultades para reducir a la atmósfera las emisiones de CO₂, principal gas de efecto invernadero, se están considerando otras alternativas como su captura y liberación en forma líquida en simas marinas o bien, inyectarlo en el subsuelo de los océanos. En este caso el CO₂ se tiene que licuar e inyectar en forma de gotas a grandes profundidades por debajo del lecho marino, aunque estos procedimientos presentan riesgos ya que el CO₂ podría libe-

rarse a la atmósfera, incluso en forma de erupciones violentas provocando graves accidentes.

Y. Zhang, de la Universidad de Michigan, ha desarrollado modelos teóricos para determinar la viabilidad de esta idea (*Environ. Sci. Technol.*, 2005, **39**, 7719-7724). Sus resultados indican que la inyección de CO₂ líquido debe realizarse a una profundidad de al menos 800 metros bajo condiciones especiales y hasta 3000 metros si se quiere asegurar que el gas no va a escapar. Una posible solución para inyectarlo a profundidades moderadas sería formar gotas de CO₂ muy pequeñas que se disolverían en el océano sin producir explosiones violentas en caso de que se liberase.



Figura 2. Experimentos con CO₂ líquido en el fondo del océano.

A pesar de que existen dudas, a nivel científico y técnico, sobre la viabilidad del secuestro de CO₂ por

sus posibles impactos medioambientales, como la alteración del grado de acidez del agua, se están desarrollando numerosos proyectos, a nivel mundial, de captura y almacenamiento de CO₂ en el subsuelo.

CAMBIO CLIMÁTICO Y BIODIVERSIDAD

Publicaciones recientes relacionan la extinción de algunas especies, especialmente anfibios con el cambio climático. J.A. Pounds, del Centro de Ciencia Tropical del Parque Natural de Monteverde, pone de manifiesto en sus investigaciones la correlación entre la desaparición de la rana arlequín (*Atelopus varius*) en Centroamérica y América del Sur y el aumento de la temperatura del aire y del agua marina (*Nature*, 2006, **439**, 161-167).

Aunque la relación entre el cambio climático y la desaparición de algunas especies ya había sido planteada, este estudio aporta pruebas convincentes y una teoría de cómo sucede en el caso de las ranas arlequín. La subida de la temperatura de la tierra aumenta la nubosidad en las montañas tropicales, lo que tiene como consecuencia días más fríos y noches más cálidas, condiciones óptimas que favorecen la proliferación del hongo (*Batrachochytrium dendrobatidis*) responsable de la enfermedad mortal que afecta a los anfibios, conduciendo al declive de sus poblaciones y, en último término, a la extinción.



Figura 3. Rana arlequín (*Atelopus varius*) de Costa Rica.

LAS PLANTAS TAMBIÉN EMITEN METANO CH₄ A LA ATMÓSFERA

Un grupo de investigadores del Instituto Max Planck de Física Nuclear (Alemania) ha dado a conocer los resultados de sus observaciones sobre diferentes especies de plantas que emiten CH₄ en condiciones fisiológicas normales y en presencia de oxígeno (*Nature*, 2006, **439**, 187-191). Estiman que entre un 10% y un 30% del CH₄ que entra en la atmósfera procedente de la tierra, podría provenir de las plantas y de material vegetal en proceso de degradación en condiciones aeróbicas. Han llevado a cabo experimentos esterilizando las hojas para descartar que el metano estuviera producido por bacterias en condiciones anóxicas. También han observado que la emisión varía en función de la luz solar y la temperatura, de forma que las emisiones se duplican al aumentar la temperatura 10°C.

A partir de estas investigaciones F. Keppler sugiere que parte de la emisión de CH₄ de los campos de arroz que se atribuye a las bacterias corresponde en realidad a las plantas. Este estudio explicaría también otras cuestiones como las grandes bolsas de metano detectadas por satélites sobre las selvas tropicales y el descenso en el ritmo de crecimiento actual del metano atmosférico. Entre 1990 y 2000 el ritmo de acumulación de metano en la atmósfera bajó en unos 20 millones de toneladas al año, coincidiendo con la reducción de la superficie de las selvas tropicales en el mismo periodo debido a la deforestación.



Figura 4. Selva tropical, responsable de emisiones de metano.

OBTENCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE HIDRÓGENO

El mayor obstáculo para la utilización de hidrógeno como fuente de energía alternativa es su dificultad para obtenerlo y almacenarlo, ya que aunque es muy abundante en la Tierra se encuentra combinado con otros elementos. M. Abu-Omar, de Purdue University, ha demostrado que se puede conseguir a partir de agua, de compuestos orgánicos y de un catalizador basado en el metal renio (*J. Am. Chem. Soc.*, 2005, **127** (34), 11938-11939). Aunque en principio las investigaciones estaban dirigidas a la obtención de silanoles a partir de organosilanos en disolución acuosa y presencia del catalizador, observaron que también se producía hidrógeno gas como subproducto.

La ventaja de este método es que el rendimiento de hidrógeno gaseoso es proporcional a las cantidades estequiométricas de agua, no se necesita alta presión ni temperaturas extremas, como ocurre en otros métodos descritos, y tampoco se requieren disolventes. Queda por determinar si es rentable producir organosilanos y realizar la reacción a escala industrial, pero parece evidente que es posible producir hidrógeno a partir de agua, compuestos orgánicos y un catalizador y, por tanto, será factible encontrar otras reacciones similares eficientes y que resulten rentables económicamente.

A. Lueking, de la Universidad de Pennsylvania, ha descrito un método que consta de una sola etapa para producir y almacenar hidrógeno (*J. Am. Chem. Soc.*, 2006, **128**, 7758-7760). Para ello se mezclan carbón y ciclohexeno en un molino de bolas a 400 revoluciones por minuto. El análisis termogravimétrico (TG-MS) del polvo obtenido demostró la pérdida de masa debido a la emisión de gas, que se comprobó que era hidrógeno. Los resultados parecen indicar que la presión dentro del molino provoca la pérdida de hidrógeno del ciclohexeno que queda atrapado en el carbón (aproximadamente un 2% de peso).

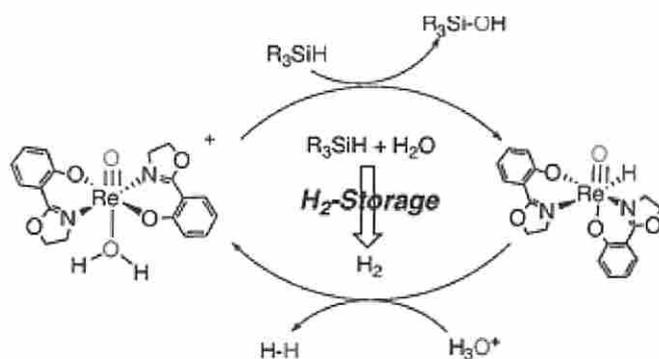


Figura 5. Formación de hidrógeno a partir de organosilanos.

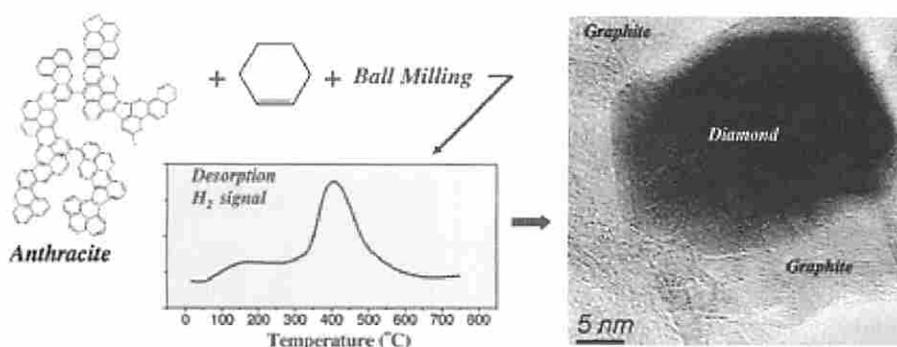


Figura 6. Producción y almacenamiento de hidrógeno.

DETECCIÓN DE METALES MEDIANTE NANOPARTÍCULAS

Normalmente en la detección de metales tóxicos en el agua se emplean tiras de papel impregnadas con colorantes indicadores insolubles en agua. Esta forma de análisis podrá ser sustituida por nanopartículas de colorantes inmovilizadas sobre filtros de membrana de celulosa con algunas ventajas, como unos mejores límites de detección y resultados más reproducibles.

Y. Takahashi y colaboradores, del Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología de Sendai (Japón), han llevado a cabo la preparación de coloran-

tes de tamaño nanométrico (*Angew. Chem. Int. Ed.*, 2006, **45**, 913-916), disolviendo distintos pigmentos en disolventes orgánicos e inyectando la disolución en agua con agitación vigorosa. Los colorantes precipitan en forma de nanocristales que al filtrarse quedan adheridos a las fibras de celulosa del filtro de membrana.

Han demostrado la eficacia de su sistema en la detección de Zn^{2+} : cuando la determinación de este metal se realiza con tiras de papel impregnadas con 1-(2-piridilazo)-2-naftol, las concentraciones detectadas son de 65 ppb o superiores, mientras

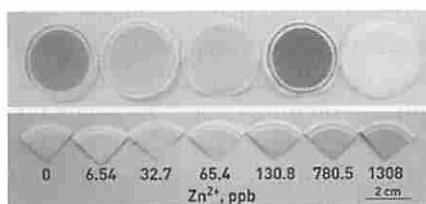


Figura 7. Colorantes usados en la preparación de tiras de papel para la determinación colorimétrica de metales (parte superior). Utilización del 1-(2-piridilazo)-2-naftol para la detección de Zn^{2+} (parte inferior).

que con nanopartículas del mismo colorante se detectó Zn^{2+} a concentraciones inferiores a 1 ppb.

NIVELES MÁXIMOS DE DIÓXIDO DE CARBONO CO₂ EN 650.000 AÑOS

Analizando la espesa capa glaciaria que recubre la Antártida y que se formó hace varios centenares de millares de años mediante sondas submarinas se puede acceder a informaciones sobre la composición de la atmósfera y el clima del pasado. Ése es el objetivo de los investigadores del proyecto EPICA (European Project for Ice Coring in Antarctica), apoyado por la Unión y la Fundación Europea de la Ciencia, que han llegado a la conclusión de que los niveles actuales de CO_2 y de otros gases de efecto invernadero son los más altos en los últimos 650.000 años.

La nieve se va acumulando en capas finas año tras año quedando el aire atrapado entre los poros. Debido a la presión de las distintas capas se va formando hielo sólido con burbujas de aire en las capas más profundas. Para estudiar el clima del pasado se perfora la capa total y se extraen testigos de hielo, pudiendo analizarse el contenido de los poros y determinar la cantidad de dióxido de carbono y otros gases que contenía la atmósfera terrestre en el pasado.

T. Stocker, del Instituto de Física de la Universidad de Berna, afirma

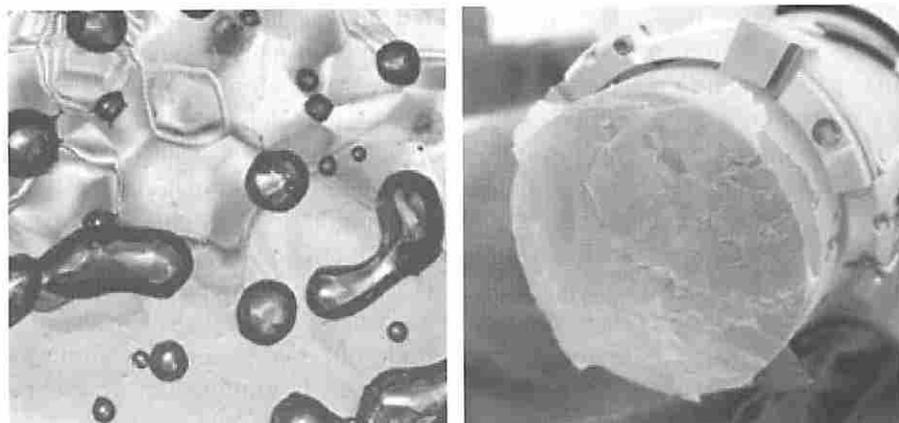


Figura 8. Burbujas de aire atrapadas en el hielo (izquierda) y testigo de hielo extraído en la Antártida (derecha).

que los niveles de CO_2 han aumentado 200 veces más rápido en los pasados 50 años que en cualquier otro periodo de tiempo comprendido entre la actualidad y hace 650.000 años (*Science*, 2005, **310**, 1313-1317). Durante todo este tiempo el CO_2 no ha excedido nunca de las 290 ppm mientras que su concentración actual es de 375 ppm. La causa principal de la alta concentración de gases de efecto invernadero es la actividad humana, concretamente el uso de combustibles fósiles. Los periodos glaciares y sus correspondientes periodos interglaciares más cálidos no parecen estar ligados a la mayor o menor concentración de gases de efecto invernadero.

LA EVOLUCIÓN DE ESPECIES SE ACELERA

La evolución de las especies es un proceso que se produce en cientos o miles de años, sin embargo numerosos investigadores están advirtiendo de la relevancia que están tomando los casos de especies que sufren una evolución acelerada, previsiblemente como consecuencia de las actividades humanas o el cambio climático.

Uno de los últimos casos detectado es el del llamado sapo gigante (*Bufo marinus*). R. Shine, de la Universidad de Sydney, ha publicado los resultados de sus trabajos que demuestran que este sapo se está expandiendo por Australia con una velocidad inusual gracias a unas modificaciones genéticas que en menos de 70 años le han proporcionado unas patas mucho más grandes que las originales (*Nature*, 2006, **439**, 803). El sapo gigante se introdujo en Australia en 1935 para combatir las plagas de escarabajos en los cultivos de caña de azúcar y los resultados han sido desastrosos para los ecosistemas debido a su toxicidad para otras especies autóctonas y a su capacidad invasora. En el periodo que va desde 1940 a 1960, estos sapos se expandieron en unos diez kilómetros de territorio y, en la actual-

idad, invaden nuevas áreas a un ritmo de 50 kilómetros al año.



Figura 9. Sapo gigante (*Bufo marinus*).

ELIMINACIÓN DE METALES PESADOS TÓXICOS DEL MEDIO ACUOSO

La acumulación de metales pesados en el medio ambiente sufre un continuo incremento debido a las actividades humanas. El impacto de las operaciones de minería y la industria pesada producen un aumento de las concentraciones de metales tóxicos como Cd(II) , Pb(II) , Hg(II) , Cu(II) , etc., que se acumulan en ríos y lagos. Los tratamientos inadecuados de las aguas, principalmente en países pobres, causan efectos perjudiciales para la salud de los habitantes de estas regiones.



Figura 10. Eliminación de metales pesados tóxicos del agua.

R. Compton y colaboradores, de la Universidad de Oxford, han desarrollado un método nuevo y barato que permite eliminar metales pesados tóxicos del agua (*Chem. Commun.*, 2005, 3694-3696). Para ello han sintetizado un material mediante la unión de L-cisteina metil ester a la superficie de esferas de carbono (GC) de 10-20 nm de diámetro. Los autores de este trabajo han demostrado que este material es muy eficiente en la eliminación de distintos metales tóxicos, especialmente As(III) , en el análisis de muestras de agua de ríos.

DISEÑO DE NANOPARTÍCULAS BIMETÁLICAS PARA LA ELIMINACIÓN DE CONTAMINANTES

El tricloroetano (TCE) es un compuesto utilizado como desengrasante en la industria metalúrgica y del vidrio, pero que constituye uno de los principales contaminantes de las aguas subterráneas. Actualmente se dispone de catalizadores eficientes, como el paladio, que pueden romper las moléculas de TCE en compuestos inertes o menos tóxicos, aunque su coste puede resultar caro.

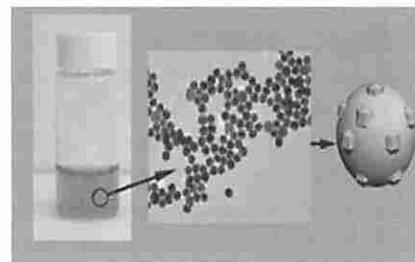


Figura 11. El efecto sinérgico de los dos metales (Pd y Au) permite que las partículas rompan los contaminantes 100 veces más rápido que usando sólo Pd.

Investigadores de la Universidad de Rice y Georgia (USA) han conseguido aumentar cinco veces la eficacia del Pd como catalizador, incrementándose 100 veces la velocidad de reacción (*Environmental Science and Technology*, 2005, **39**, 1346-1353). Utilizando la nanotecnología han sido capaces de maximizar el número de átomos de paladio que entran en contacto con las moléculas de TCE aumentando la eficiencia en varios ordenes de magnitud en comparación con los catalizadores comunes de paladio. M. Wong y colaboradores han comparado la efectividad de cuatro tipos de catalizadores de paladio resultando que en las nanopartículas bimetálicas, obtenidas de oro y paladio, el 100% de los átomos de Pd están en la superficie mientras que, por ejemplo, en las nanopartículas de Pd puro solo el 24% de los átomos se disponen en la superficie.