

# CIENCIA Y TÉCNICA

MAYO 2008. Nº 149

Patrocinado por:



IBERDROLA

La seguridad es el caballo de batalla de una fuente de energía sobre la que no hay dudas de su eficiencia

## LA ENERGÍA NUCLEAR SE DEBATE ENTRE PRODUCTIVIDAD Y RIESGOS

La Agencia Internacional de la Energía calcula que la demanda mundial de energía eléctrica habrá aumentado un 94% en el mundo para el año 2030.

Mientras la demanda crece, los expertos dudan de que se pueda satisfacer mediante las importaciones de petróleo, nadie asegura la duración de otros combustibles fósiles como el carbón y las energías renovables aún no han alcanzado su máximo desarrollo.

En este contexto, la energía nuclear sigue teniendo un peso importante en la capacidad de generación de energía del mundo desarrollado, con un 16% del total. Su productividad es vista como muy positiva en países como Francia, donde es la base de su sistema de generación (78% del total), pero sus riesgos en la fase de producción y de almacenamiento de residuos son vistos como *hándicaps* en estados como España, donde los mensajes del Gobierno vienen siendo dirigidos en contra de la energía nuclear.

### Eficiencia

El director general de la Agencia de la Energía Nuclear (AEN) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), Luis Echávarri, asegura que alargar la vida de las centrales nucleares hasta los 60 años es "más barato" que construir centrales de gas o de carbón nuevas.

Esta relación coste - productividad y una mayor limpieza respecto a las centrales térmicas son factores en el haber de las centrales nucleares. Según Echávarri, los costes variables de alargar la vida de las nucleares son "mucho menores" que en el resto de centrales, a pesar de que en los últimos años los costes del uranio se han incrementado en niveles del 5-6%.

El pánico tras accidentes como los de Pensilvania (EEUU) en 1979 o Chernobil (antigua URSS) en 1986 decantaron la producción energética en España hacia fuentes a priori menos peligrosas aunque mucho más contaminantes, como el carbón o el gas natural, los dos mayores contribuyentes al calentamiento global.

*La fuga radiactiva de la central nuclear de Ascó, denunciada por Greenpeace y no revelada por los organismos oficiales durante varios meses, ha vuelto a situar a la energía nuclear en el disparadero en España. Las carencias energéticas españolas y el todavía incipiente desarrollo de las energías renovables (eólica y solar, fundamentalmente) hacen imprescindible recurrir a la generación nuclear, que representa un 28% del total generado en España. Incidentes como el de Ascó o catástrofes como la de Chernobil, de la que se cumplen 22 años, son argumentos usados por los detractores de esta energía por su supuesta peligrosidad. Mientras, el Gobierno apuesta por la reducción progresiva de la energía nuclear en 30 años.*



La fuga en la central de Ascó no ha afectado a personas, animales o plantas, ni al territorio, según las autoridades, pero ha puesto otra vez en tela de juicio a la energía nuclear.

El compromiso de los países para disminuir la emisión de sustancias contaminantes a la atmósfera, unido al precio cada vez mayor del petróleo y su escasez en un futuro cercano han allanado relativamente el terreno a la energía nuclear. La Sociedad Nuclear Española calcula que en 2007 las cen-

trales nucleares nacionales evitaron la emisión a la atmósfera de 50 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>, el equivalente a la mitad de las emisiones de todo el parque automovilístico español.

Según datos de la consultora alemana Öko-Institut, por cada kilowatio/hora de energía generada, la emi-

sión media de CO<sub>2</sub> a la atmósfera es de 20 gramos en la eólica y la hidráulica; de 34 en la nuclear, de 120 en la solar-fotovoltaica y de 1000 en la térmica de carbón.

El director de la AEN piensa que está "renaciendo el interés" por la energía nuclear y que los programas nucleares de Rusia, China o la India así lo demuestran. Así, por ejemplo, recientemente se han roto 30 años de parón absoluto en la construcción de centrales nucleares en EEUU, desde el accidente en 1979 en la central de Three Mile Island, en Pensilvania.

En este mismo sentido, el pasado mes se suscribió un acuerdo entre Francia y el Reino Unido para

poner término también a la moratoria tácita a la que se había llegado en toda Europa tras los años 80, y que aún rige en España.

Según Luis Gutiérrez Jodra, vicepresidente de la Real Academia de Ciencias, "el debate sobre la energía nuclear se produce en una coyuntura en la que, en la mayoría de los países, se discute la nueva venida de la energía nuclear para asegurar el suministro de una electricidad económica, no sometida a los avatares meteorológicos, a la volatilidad de los precios de las materias primas o a cambiantes circunstancias políticas del exterior. Y asimismo, para combatir el cambio climático, al no generar gases de efecto invernadero".

Otros protagonistas del sector pro-nuclear consideran que, en España, el Gobierno está comenzando a abandonar su discurso 'anti' y creen que la no continuidad de

(Continúa en página II)

### SUMARIO

El futuro de la energía nuclear, a debate  
Pág. I y II

Las matemáticas hacen más seguro un edificio

La EEA 'baja' la cuota de biocarburantes  
Pág. II

La ciencia española estrena ministerio

La saliva permite detectar enfermedades

Informática para ahorrar agua de regadío  
Pág. III

Entrevista a Abraham Esteve  
Pág. IV

●● La Sociedad Nuclear Española calcula que en 2007 las centrales nucleares nacionales evitaron la emisión a la atmósfera de 50 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>, una cantidad equivalente a la mitad de las emisiones de todo el parque automovilístico español ●●



La falta de transparencia es una de las rémoras que se achacan a todo lo relacionado con los incidentes radiactivos.

(Viene de pág. 1)

“la ministra más antinuclear de la historia de España” (en alusión a Cristina Narbona, anterior titular de Medio Ambiente) es un motivo de “esperanza”.

Así opina el presidente del Comité Científico de Euratom, José María Martínez-Val, que piensa que en los partidos políticos “ha calado la idea de que no es posible prescindir de la energía nuclear”, añadiendo que en España existen los emplazamientos adecuados para construir nuevas centrales.

En cuanto a la percepción negativa de la energía nuclear por parte de la sociedad española, Martínez-Val cree que se debe a “la ignorancia y al miedo a lo desconocido”, y critica a los medios de comunicación “por fijarse más en el catastrofismo en vez de hablar de la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> que permite la energía nuclear”.

En este sentido, Gutiérrez Jodra ha criticado la alarma generada tras

el suceso en la central nuclear de Ascó (Tarragona), asegurando que las partículas encontradas no son un peligro para la salud.

### Ascó

El incidente de Ascó se debió a la liberación de partículas radiactivas al medio ambiente el pasado 29 de noviembre de 2007. El suceso fue denunciado por Greenpeace el pasado mes de abril, después de que ningún organismo oficial informara sobre el caso al no considerarlo pertinente.

Además, se denunció la llegada hasta una chatarrería de Reus de un camión con chatarra y con tierra contaminada de radiactividad sin que se efectuara ningún control de salida en la central.

El Consejo de Seguridad Nuclear asegura que no se ha detectado ninguna contaminación en los controles que se han realizado en los municipios de Vinebre y Ascó, co-

lindantes con la central. Pero la unidad móvil de vigilancia radiológica del Ciemat, que está trabajando en apoyo del CSN, sí detectó partículas contaminadas en el camión por la presencia de Cobalto 60 (Co-60).

Además, el CSN detectó un punto “de ligera contaminación” a orillas del Ebro en una zona próxima a la central. Las pruebas tampoco han detectado radiaciones en los 44 alumnos, tres profesores y un conductor del colegio gerundense de Los Maristes, que visitó la central de Ascó I en una excursión el 4 abril.

Aunque las pruebas han sido negativas, el miedo a las consecuencias de la emisión radiactiva está ahí y sigue pesando sobre las centrales nucleares.

La Comisión Europea investigará el incidente de Ascó a petición de la asociación ecologista Greenpeace, para la que “aún no se han dado explicaciones convincentes de las causas que provocaron el accidente ni sobre la cantidad total de radiactividad liberada, ni sobre su potencial impacto radiológico sobre la población”.

La falta de transparencia es una de las rémoras que se achacan a todo lo relacionado con incidentes radiactivos. “La mentira es intrínseca al normal funcionamiento de las plantas atómicas”, ha legado a declarar el portavoz de Iniciativa per Catalunya Verds, Joan Herrera.

El CSN ha debido tomar buena nota de las críticas y el 3 de mayo informó de que horas antes se había producido un “reboso” en la cavidad de recarga de combustible en la central nuclear de Almaraz (Cáceres), “sin que se produjera ningún impacto radiológico en el exterior”.

La central, por precaución, de-

saló a todos los trabajadores presentes dentro del recinto de contención y “ninguno resultó contaminado”. El CSN considera este hecho de “escasa importancia” para la seguridad, y “no requiere que el titular lo notifique al no cumplir ninguno de los requisitos establecidos en la Instrucción del CSN IS-10 sobre sucesos notificables”, un tipo de normas en las que se justifica el silencio sobre el incidente de hace seis meses en Ascó.

### Chernobil

Mientras, se acaban de cumplir 22 años de la tragedia de Chernobyl, la mayor catástrofe nuclear de la historia, que provocó la evacuación de decenas de miles de personas, un número indeterminado de muertes relacionadas con la radiación y que aún acarrea secuelas en la población y el territorio.

En abril de 1986, el reactor número 4 de la central, entonces perteneciente a la URSS y hoy en territorio de Ucrania, sufrió una cadena de explosiones que liberaron hasta 200 toneladas de material fusible, con una radiactividad de 50 millones de curies, el equivalente a 500 bombas atómicas como la de Hiroshima.

Ucrania prevé desactivar por completo la planta (clausurada en 2000) y el territorio adyacente en 2018, y enterrar para siempre las 200 toneladas de combustible nuclear que aún están almacenadas bajo el reactor accidentado, después de retirar las de los otros tres. Las autoridades ucranianas calculan que la radiactividad afectó, en uno u otro grado, a 2,6 millones de habitantes, incluidos 600.000 niños.

## 8 reactores en España

✓ En nuestro país existen en este momento ocho reactores nucleares activos, que son los de Santa María de Garroña (Burgos), Almaraz I y Almaraz II (Cáceres); Ascó I y Ascó II (Tarragona); Cofrentes (Valencia); Vandellós II (Tarragona) y Trillo (Guadalajara).

Además, hay varias centrales paralizadas por la moratoria nuclear de los años 80: Lemóniz I y II (Vizcaya); Valdecaballeros I y II (Badajoz); Trillo II (Guadalajara); Escatrón I y II (Zaragoza); Santillán (Cantabria); Regodola (Lugo), y Sayago (Zamora).

Por último, están las centrales desmanteladas o en proceso de desmantelamiento, que son las de Vandellós I (Tarragona) y la ‘José Cabrera’ de Guadalajara, primera central española, inaugurada en 1968 y parada en 2006.

Hoy día hay cerca de 450 reactores nucleares en una treintena de países del mundo. Un centenar de ellos están en EE UU, donde la energía nuclear produce el 20% de la electricidad. En Europa, esta cifra es del 35%, con países líderes como Francia y Bélgica, donde el 78 y el 55% de la electricidad, respectivamente, es generada en las plantas atómicas. La actual producción global es de unos 370 Gw de electricidad y se prevé que en los próximos 25 años el sector se expanda hasta los 2000 Gw, por la demanda de los países emergentes.

## ✓ CIENCIAS APLICADAS

### LAS MATEMÁTICAS ASEGURAN UN EDIFICIO

✱ La seguridad de un edificio ya puede ser comprobada a priori gracias a un modelo matemático. Ha sido creado por Juan Pedro Reyes, ingeniero de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad del País Vasco (UPV).

Este modelo se basa en 27 indicadores relacionados con los tipos de accidentes laborales que pueden producirse a lo largo de la vida de un edificio. Mediante una herramienta informática, a los valores obtenidos en cada indicador (evaluados de 0 a 100) se les asigna un modelo matemático. Al final se logra reunir todos los valores en un solo índice de seguridad y salud, que determina la sostenibilidad del edificio en una escala de 0 a 1.

Los 27 indicadores definen aspectos relacionados directamente con las causas de los accidentes en la construcción, y abarcan los aspectos principales a la hora de definir un proyecto de edificación, desde la ubicación del edificio, los materiales de construcción o el nivel de subcontratación, hasta el impacto que tendría su demolición sobre el medio ambiente.

#### Comparación

Dado que en la mayoría de los casos prima el criterio económico a la hora de

llevar a cabo un proyecto de edificación, Reyes comparó, para probar su modelo, el plan de construcción de una nave industrial desde dos puntos de vista, primando en un caso los costes y en el otro la seguridad.

De acuerdo con el modelo propuesto, el índice de seguridad en el primero de ellos fue 0,17, mientras que en el segundo se alcanzó un 0,80, una tasa de sostenibilidad mucho mayor, que daría como resultado un menor número de accidentes durante toda la vida de la nave.

Además, este trabajo demuestra cómo tener en cuenta la seguridad y la salud desde el diseño de un edificio sale hasta cuatro veces más barato que si estos aspectos sólo se contemplan durante y después de su construcción.

Los promotores inmobiliarios pueden ser los más interesados en esta herramienta, para así poder seleccionar el proyecto de edificación más seguro.

Esta tesis está enmarcada en el proyecto de investigación MIVES en el que también participan el Departament D'Enginyeria de la Construcción de la Universitat Politècnica de Catalunya, el Departamento de Ingeniería Minero Metalúrgica y Ciencias de los Materiales de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Bilbao y la Unidad de Construcción y Desarrollo del Territorio de la Fundación LA-BEIN-Tecnalia.

## ✓ MEDIO AMBIENTE

### LA EEA 'BAJA' LA CUOTA DE BIOCARBURANTES

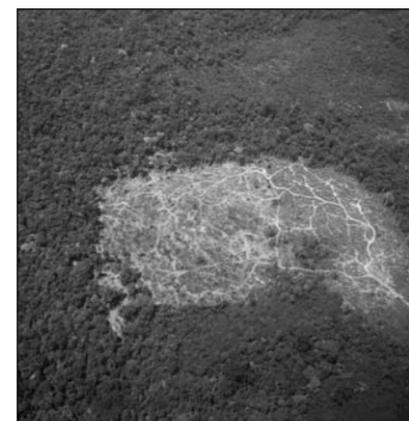
✱ La Agencia Europea del Medio Ambiente (EEA en sus siglas en inglés), integrada por 15 países, ha recomendado suspender el objetivo del 10% en el empleo de biocombustibles como fuente de energía en la Unión Europea en el año 2020.

Su recomendación se basa en cuatro puntos. En primer lugar, la EEA considera que la producción actual de biocarburos, basada en la tecnología de primera generación, no conlleva un uso óptimo de los recursos de biomasa que logren reducir ni la utilización de combustibles fósiles ni la emisión de gases de efecto invernadero.

La Agencia Europea piensa que es preferible orientar la tecnología hacia la producción de calor y electricidad, porque resulta económicamente más competitivo y ambientalmente más efectivo que la producción de biocarburos.

Además, la EEA asegura que el uso de biomasa implica la combustión de recursos finitos que son importantes para el bienestar ambiental y que, a su juicio, deben ser preservados todo lo que sea posible. “La utilización de la biomasa debe ir de la mano de la mejora en la eficiencia energética y esto no se da en la mayoría de las aplicaciones, tanto en el sector del automóvil como en el residencial”.

La Agencia cree que la cantidad de superficie cultivable necesaria para cubrir los



La producción de biocarburos acelera la tala de bosques tropicales.

objetivos de la UE no se puede alcanzar sin dañar el medio ambiente en el continente, incluso con una importante aportación de los biocombustibles de segunda generación. Para el comité científico de la EEA, “las consecuencias serán el incremento de las presiones sobre el suelo, el agua y la biodiversidad”. Por último, entienden que alcanzar el 10% requerirá la importación de gran cantidad de biocarburos, proceso que acelerará la destrucción de los bosques tropicales.

## ✓ ACTUALIDAD

LA CIENCIA ESPAÑOLA  
ESTRENA MINISTERIO

Ministerio de Ciencia e Innovación. Ese es el nombre del nuevo departamento ministerial creado para esta legislatura por el Gobierno de José Luis Rodríguez Zapatero. Su titular es Cristina Garmendia, persona que ha realizado tareas empresariales y de dirección en el campo de la biomedicina.

Este hecho ha sido muy destacado por científicos e investigadores, pues marca una clara tendencia sobre la filosofía del Gobierno en materia científica. Anteriormente, Garmendia estuvo al frente de la Fundación Inbiomed, que alberga en San Sebastián el primer banco de células madre adultas de España.

“Es hora de enterrar definitivamente el espíritu de que ‘inventen ellos’”, fueron las primeras palabras de esta vasca al frente del nuevo ministerio. Garmendia agregó, en relación con esta cita de Miguel de Unamuno, que España no se lo puede permitir, pues no hace justicia al trabajo de las universidades, de los organismos públicos de investigación y de las empresas.

**Retos**

Según la nueva estructuración, las universidades y la ciencia pasan al recién creado ministerio y dejan el ahora llamado de de Educación, Política Social y Deporte, con Mercedes Cabrera al frente.

Las funciones del Ministerio de Ciencia e Innovación serán proponer y ejecutar la

política en materia de universidades, investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación en todos los sectores, así como la coordinación de los organismos públicos de investigación de titularidad estatal.

Los objetivos que se ha marcado Cristina Garmendia son seguir impulsando las universidades y los retos científicos y tecnológicos, e identificar las necesidades de la sociedad que tengan respuesta desde la innovación, con la universidad como piedra angular del conocimiento y progreso.

El gabinete de Garmendia va a estar formado por personas procedentes en su mayoría de la empresa privada. Los puestos más altos del nuevo ministerio van a ser ocupados por Marius Rubiralta i Alcañiz como nuevo secretario de Estado de Universidades; José Manuel Fernández de la Bastida, como secretario general de Política Científica y Tecnológica, y María Teresa Gómez, subsecretaria de Ciencia e Innovación.

Con la creación del nuevo ministerio, también ha habido relevo en la presidencia del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). El anterior presidente, Carlos Martínez, ha sido nombrado secretario de Estado de Investigación, y ha sido sustituido por el investigador Rafael Rodrigo, que ha manifestado sus propósitos de convertir al CSIC en una institución de referencia y de excelencia a nivel internacional y crear una Fundación General.

## ✓ MEDICINA

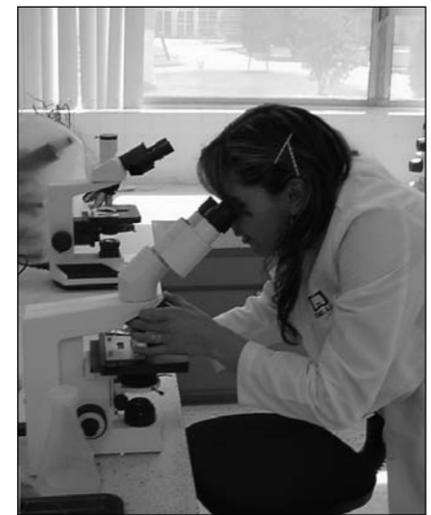
LA SALIVA PERMITE DAR  
CON ENFERMEDADES

El hallazgo de una pequeña lesión en las células de la saliva puede ayudar a predecir una afección similar en los pulmones que posteriormente deriva en cáncer de pulmón en los fumadores. Se trata de un descubrimiento efectuado por un equipo de investigadores estadounidenses, que esperan poder llegar a predecir quien está desarrollando este tipo de cáncer con sólo pasar un algodón por la boca de los fumadores e impregnarlo de saliva, evitando las dolorosas y peligrosas biopsias pulmonares.

El doctor Li Mao, que encabeza los estudios realizados en la Universidad de Texas, ha explicado que el proceso podría conducir también hasta pruebas que permitan predecir otros tipos de cáncer, como el de páncreas o el de vesícula.

En la misma universidad se ha llegado a la conclusión de que un simple análisis de saliva podrá algún día ser utilizado en ambulancias o establecimientos públicos para averiguar de forma rápida si una persona está sufriendo un ataque al corazón, según asegura el bioquímico John T. McDevitt.

“Las proteínas que se encuentran en la saliva tienen la capacidad de alertar de forma rápida sobre un potencial ataque al corazón”, ha explicado el doctor, que junto a su equipo ha desarrollado un pequeño biochip que actúa como un sensor que está bioquímicamente programado para detectar grupos de proteínas en la saliva capaces de determinar si la persona está su-



**Ataques al corazón y determinados tipos de cáncer pueden ser previstos.**

friendo un ataque al corazón o si tiene un alto riesgo de sufrirlo en el futuro.

En este test de saliva, una persona escupe dentro de un tubo y su saliva es después transferida a una tarjeta que contiene el biochip con una batería estándar de biomarcadores cardíacos. La tarjeta cargada con los datos se inserta en un analizador que determina la situación cardíaca del paciente en menos de un cuarto de hora.

## ✓ INFORMÁTICA

LA UPV CREA UNA APLICACIÓN INFORMÁTICA  
PARA AHORRAR AGUA DE RIEGO

En tiempos de sequía, escasez de agua y trasvases o cesiones puntuales, la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) ha conseguido desarrollar un programa informático que permite el ahorro de hasta un 10% del agua de riego y de un 20% en el empleo de energía y fertilizantes a la hora de cultivar la tierra.

El desarrollo de la aplicación ha corrido a cargo del Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente (Iiama) de la UPV y del Centro Valenciano de Estudios para el Riego (CVER) y es capaz de evaluar las necesidades de los cultivos para optimizar los recursos necesarios para su mantenimiento.

El programa se denomina HuraGIS y permite diagnosticar el grado de eficiencia con que se está llevando a cabo el riego en una comunidad de regantes o en una parcela, para, seguidamente, ofrecer soluciones que puedan conducir a la mejora en la gestión del agua, la energía y los fertilizantes.

**Variables**

La aplicación evalúa las necesidades de agua y fertilizantes de los cultivos mediante un sistema de información geográfica que considera variables como el tipo de cultivo, las características del suelo, la climatología o su marco de implantación.



**El sistema desarrollado por la UPV permite el ahorro de hasta un 10% del agua de riego y de un 20% en el empleo de energía y fertilizantes.**

Este sistema está especialmente pensado para las comunidades de regantes que gestionan las redes de riego localizado, pero se aplica también a las redes de distribución y permite optimizar el consumo energético en los sistemas de bombeo y las tarifas de la energía, programando, por ejemplo, los turnos de riego en las horas que resulten más baratas.

El proyecto HuraGIS tiene a la cabeza al profesor de la Universidad Politécnica de Valencia Fernando Martínez Alzamora y ha contado con financiación del antiguo Ministerio de Educación y Ciencia.

El programa ha sido testado por la empresa Técnicas Valencianas S.A. (Tecvasa) en las instalaciones de la Comunidad de Regantes de Señera, donde se han

conseguido “unos ahorros que superan el 10% en el caso del agua de riego y que se sitúan en torno al 20% en el consumo de energía y fertilizantes”, según explicó el profesor Fernando Martínez durante la presentación del proyecto.

**Pruebas**

Javier Olmos, director gerente de Tecvasa, afirmó que gracias a la utilización de esta aplicación, “hemos conseguido optimizar la gestión de los sistemas de bombeo utilizados para el riego, alcanzando ahorros energéticos del 20%”.

Según Olmos, esta herramienta ha permitido, asimismo, “elevar el nivel de eficiencia en la utilización de los fertilizantes en más de un 20% y ha ayudado a planificar el riego prácticamente de un día para otro y medir la eficiencia de esta planificación, contribuyendo a programar los turnos para regar en las horas en que las tarifas son más baratas y reduciendo los costes para los regantes en un 10%”.

La Comunidad Valenciana, una de las regiones con más problemas de abastecimiento de agua, pretende transmitir, tanto al sector profesional y técnico vinculado al regadío como al sector agrícola en general, la necesidad de asegurar una adecuada operación de los sistemas de riego para aprovechar al máximo los recursos hídricos.

## ✓ ENTREVISTA

Abraham Esteve, investigador del Centro de Astrobiología del INTA

# “LAS PILAS BIOLÓGICAS SON HOY MIL VECES MÁS POTENTES QUE HACE CINCO AÑOS”

**C**ómo se interesó por las bacterias electrogénicas?

– El fenómeno de la electrogenia en bacterias, entendido como la habilidad para ‘respirar’ directamente un material conductor y obtener electricidad con la reacción, se descubrió en 2002 en el laboratorio de investigación donde yo realizaba mis estudios postdoctorales acerca de otros aspectos respiratorios de esta misma bacteria, como la respiración de hierro. Ésta y la respiración de grafito para producir electricidad parecen seguir el mismo mecanismo, así que a mi regreso a España decidí abrir una línea pionera aquí y profundizar en el estudio de las bacterias electrogénicas.

– El descubrimiento de estas bacterias es reciente, ¿por qué no se produjo antes?

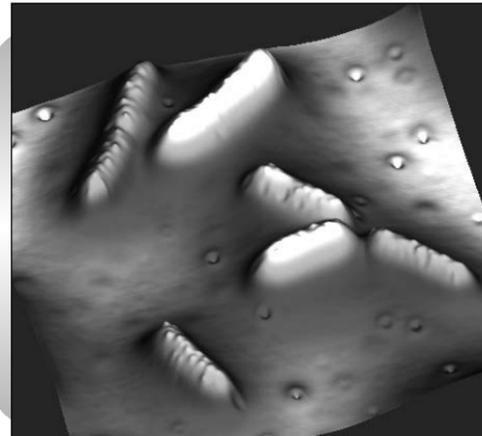
– Con anterioridad a descubrir estas bacterias ya se conocía que otras muchas eran capaces de producir electricidad en presencia de mediadores redox artificiales, unos compuestos solubles que, de forma artificial, hacían de puente entre bacterias y electrodos. No obstante lo ideal era disponer de bacterias capaces de hacer esa transferencia por sí mismas. Lo más parecido a transferir los electrones a un electrodo que está fuera de la célula es transferirlo a un sustrato insoluble extracelular. Este tipo de reacciones ocurren en la naturaleza, en el subsuelo terrestre, y las realizan los microorganismos anaerobios reductores de hierro, que ‘respiran’ minerales al transferirles los electrones.

Este tipo de metabolismo se ha empezado a estudiar en detalle a principios de esta década. Hasta entonces se conocía muy poco de estas bacterias, pero en esos años había un especial caldo de cultivo. En el año 2002, Derek Lovley, tras descubrir la primera bacteria, de nombre Geobacter, que respiraba hierro, simplemente se preguntó: ¿Si Geobacter ha sido optimizada por la naturaleza, durante millones de años, para transferirle los electrones a minerales de hierro, por qué no iba a funcionar con otro material sólido como un electrodo de

*Hay seres vivos capaces de generar energía por sí mismos y unos de ellos son un tipo de bacterias, denominadas electrogénicas precisamente por su capacidad de generar electricidad. El Centro de Astrobiología del INTA, con el investigador Abraham Esteve a la cabeza, está investigando cómo es este proceso, que abre la puerta a dos grandes áreas de conocimiento. Por un lado, la posibilidad de que la generación bacteriana de electricidad se pudiera convertir en una nueva energía limpia y renovable y, por otro, averiguar si pudo haber algún tipo de vida en Marte. De haberlo, dicen los científicos, estos seres deberían haber tenido la facultad de ‘respirar’ minerales propia de las bacterias electrogénicas.*



Abraham Esteve, con otros miembros de su equipo en el Centro de Astrobiología.



La electrogenia es la habilidad para ‘respirar’ directamente un material conductor y obtener electricidad con la reacción.

grafito? Y así se descubrió y se publicó en *Science* la nueva habilidad de Geobacter.

– ¿Qué grado de aprovechamiento de la energía que producen se puede lograr?

– La eficiencia de este tipo de procesos se mide en eficiencia coulombimétrica, que es el porcentaje de electrones contenidos en la materia orgánica que son transferibles y, por tanto, útiles a los electrodos. Esta transferencia va a depender del tipo de combustible y del tipo de bacteria. La eficiencia más alta descrita (el 90%) la tienen las bacterias del género Geobacter cuando oxidan un combustible como el ácido acético, uno de los componentes más abundantes del vinagre casero. El que las bacterias electrogénicas transformen con tanta eficiencia el acetato es muy interesante, ya que es el producto final de las fermentaciones que otros microorganismos no pueden degradar en los ambientes naturales.

– ¿Cómo es el proceso?

– Básicamente las bacterias oxidan la materia orgánica (le extraen

●● “Esta tecnología está ahora en sus comienzos y queda mucho antes de que sea competitiva, pero dudo que pueda ser un sustituto a escala global de los combustibles fósiles. No obstante, ofrece la posibilidad de obtener energía de unos materiales a los que ahora no se les sacaba partido” ●●

los electrones y la transforman en CO<sub>2</sub>) como todos los seres vivos. Normalmente estos electrones son consumidos por el oxígeno que se transforma en agua, llamado respiración. Sin respiración no tendríamos donde poner los electrones y no podríamos oxidar la materia orgánica. En el caso de las bacterias electrogénicas las ‘engañamos’ poniéndoles delante un trozo de grafito que es conductor. Las bacterias se pegan al grafito y le sueltan los electrones para librarse de ellos. Mientras eso ocurre se genera una corriente eléctrica que nosotros podemos utilizar o acumular en baterías para su uso posterior.

– ¿Son realmente una alternativa a tener en cuenta como sustituto de los combustibles fósiles?

– Este tipo de tecnología está ahora en sus comienzos y todavía queda mucho que aprender antes de que sea competitiva, pero dudo que pueda ser un sustituto a escala global. No obstante ofrece la posibilidad de obtener energía de

una serie de materiales a los que ahora no se le sacaba partido, como los residuos. En los residuos domésticos, o los que son tratados en las plantas de aguas residuales, hay muchísima energía almacenada en forma de enlaces químicos. Los microorganismos están capacitados para ‘sacar’ toda esa energía en forma de electrones. Creo que lo más novedoso del concepto es que el propio residuo proporciona, si no toda, al menos parte, de la energía invertida en su propio tratamiento.

Otra interesante fuente de combustible para estas bacterias son los residuos vegetales. Las plantas invierten grandes dosis de energía, que toman del sol, para construir sus estructuras de celulosa. Toda esa energía contenida es recuperable cuando ciertas bacterias electrogénicas oxidan la celulosa y transfieren esos electrones a un electrodo.

– ¿Hay ya algún proyecto en marcha en este sentido?

– La tecnología está ahora en

sus comienzos y sólo unos pocos grupos en el mundo trabajamos en este tema. La optimización de los procesos requiere de un enfoque multidisciplinar, con expertos en varios campos: microbiólogos, ingenieros, electroquímicos... Se están haciendo verdaderos avances y las pilas de combustibles biológicas de ahora generan 1000 veces más potencia que las de hace tan solo cinco años. Pero para que las aplicaciones sean de verdad competitivas hay que mejorar

los diseños y optimizar la interacción bacteria - electrodo. En la actualidad yo he empezado un proyecto de colaboración con el departamento de Ingeniería Química de la universidad de Alcalá para obtener electricidad a partir de los residuos orgánicos presentes en las aguas residuales.

– ¿Sería costosa la producción a gran escala de electricidad de esta manera?

– Todavía no se está realizando ninguna experiencia a gran escala, pero una de las

ventajas es el bajo coste del material que se utiliza, el grafito, el mismo material que encontramos en las minas de los lápices.

– Estas bacterias, ¿pueden aparecer en cualquier sedimento de ríos, lagos, etc...o requieren unas condiciones especiales?

– Sí, esa es una de sus ventajas. Los estudios de ecología microbiana publicados muestran que estas bacterias están ampliamente diseminadas, son totalmente naturales y sólo requieren estar en un ambiente anaerobio como los sedimentos fluviales o marinos. En el lodo de cualquier charca podríamos encontrar bacterias con estas habilidades.

– ¿Cuántos tipos de bacterias electrogénicas hay? ¿Cuáles son?

– Fundamentalmente podemos distinguir dos tipos: aquellas que producen sus propios compuestos mediadores redox que “viajan” por el medio acuoso llevando los electrones desde la bacteria hasta el electrodo, y aquellas que transfieren los electrones directamente sobre los electrodos. Estas últimas son las más eficientes e interesantes. En este sentido en mi laboratorio y en colaboración con el grupo de Electroquímica de la Universidad de Alicante, estamos estudiando la interfase entre la bacteria y el electrodo en Geobacter, para intentar dilucidar cuáles son las proteínas que participan en estos procesos.

●● “Este tipo de reacciones ocurren en la naturaleza, en el subsuelo terrestre, y las realizan los microorganismos anaerobios reductores de hierro, que respiran minerales al transferirles los electrones” ●●