

Nanotecnología y **ENERGÍA**

Cosas PODEROSAS de un MUNDO DIMINUTO

Piensa grande. Bien GRANDE. Piensa en todas las personas de la Tierra—más de 7 billones y seguimos sumando. **Piensa en toda la energía que utilizan esas personas todos los días:** para alumbrar, calentar y refrescar hogares, escuelas y edificios, para refrigerar y cocinar alimentos, para energizar las computadoras y las comunicaciones, para impulsar automóviles, autobuses, trenes y aviones, para hacer fertilizantes que aumenten el rendimiento de las cosechas y para manufacturar productos.

Debido al potencial de la nanotecnología para mejorar las vidas y contribuir al crecimiento económico y a la independencia energética, el Gobierno Federal apoya la investigación en nanotecnología a través de los esfuerzos dirigidos por la Iniciativa Nacional de Nanotecnología (NNI, por sus siglas en inglés). Como resultado de estos esfuerzos, los Estados Unidos es un líder global en el desarrollo de la nanotecnología.

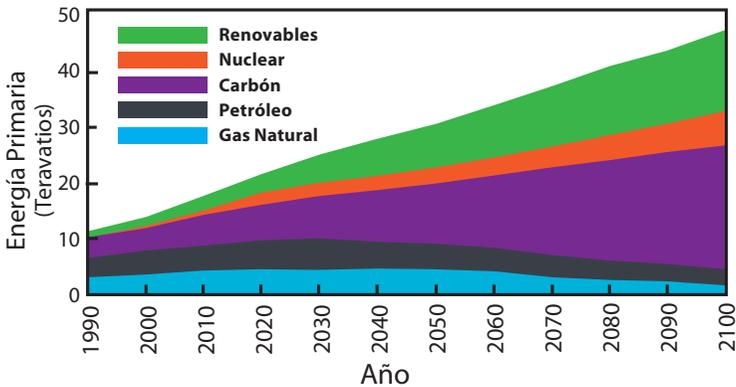


iStockphoto

iStockphoto

Usamos **MUCHISIMA** energía, estimada en más de 1.3 cuatrillones de Unidades Térmicas Británicas (BTUs, por sus siglas en inglés) o aproximadamente 1.4 millones de terajulios diarios de todas las fuentes energeticas. Solo en los Estados Unidos, los costos de energía son alrededor de 1 trillón por año, casi el 10% del Producto Interno Bruto (GDP, por sus siglas en inglés). Hoy en día, la mayor parte de la energía proviene de combustibles fósiles: petróleo crudo, carbón y gas natural. Los combustibles fósiles se refinan para obtener productos como gasolina, diésel y otros combustibles o se convierten en otras formas de energía, tales como la electricidad, que a su vez alimentan motores, luces, calderas, acondicionadores de aire, vehículos y equipo de manufacturación.

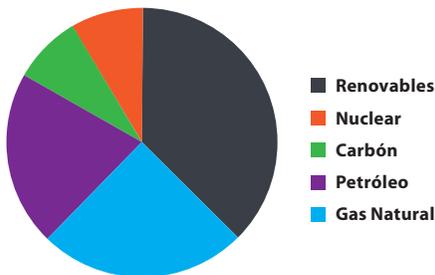
Demanda Global de Energía Proyectada



La demanda global de energía proyectada hasta el año 2100 se basa en escenarios desarrollados por el Panel Internacional de Cambio Climático. Los colores corresponden a las diferentes fuentes de energía primarios. Se necesitará un incremento rápido en la producción de energía renovable para cubrir la demanda global, mientras disminuimos las emisiones de carbono.

(Hoffert, et al, *Nature*, Vol 395, 29 October 1998, page 883.)

Fuentes de Energía Renovable Primaria en los Estados Unidos para el 2009



De acuerdo con la Administración de Información de Energía de Estados Unidos, se consumieron en los Estados Unidos 94.6 cuatrillones de BTUs de energía en el 2009, con más del 83% proviniendo de recursos fósiles. Globalmente, desde alrededor del año 2000, el consumo de energía ha crecido más rápidamente que el crecimiento de población: en el 2009, el consumo de energía mundial fue el 19% más que en el 2000, aunque la población mundial creció únicamente el 11%.

Administración de Información de Energía, Annual Energy Review 2009 (publicado en 2010)

El Mandato Energético de los Estados Unidos

El Proyecto Para un Futuro Energético Seguro 2011 del Gobierno Federal requiere que nuestra nación desarrolle fuentes alternas de energía, con la meta de obtener el 80% de nuestra electricidad de fuentes de energía limpia para el 2035. Estas incluyen fuentes de energía renovable como el viento, la luz solar, biomasa e hidroenergía.

Ahora, piensa pequeño. Bien, bien pequeño.

Más pequeño que lo que has visto a través de un microscopio en la escuela. Piensa en átomos y moléculas. Ahora has llegado a la **nanoescala**, donde los científicos aprenden acerca de las propiedades de los materiales e implementan su uso de manera beneficiosa.

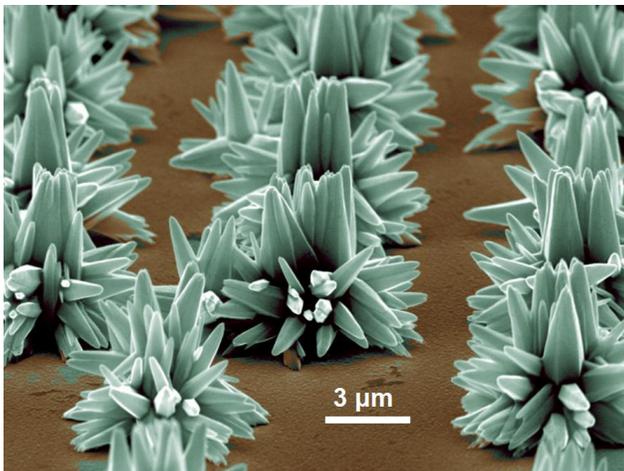
Muchos de los efectos importantes para la energía ocurren en la nanoescala.

Dentro de una batería, reacciones químicas liberan electrones que luego se pueden mover a través de un circuito externo para realizar trabajo. De igual forma, dentro de celdas solares, fotones—paquetes de luz— pueden liberar electrones de un material que a su vez puede fluir a través de cables como corriente eléctrica. En ambos casos, la nanotecnología tiene el potencial de mejorar significativamente la eficiencia de estos procesos.

La investigación y el desarrollo de la nanotecnología apueden ayudar a crear de forma innovadora productos comerciales que **generen, almacenen, transmitan y conserven** energía.



iStockphoto



Racimos de nanobarras de óxido de zinc (color falso). El óxido de zinc es un conductor transparente muy prometedor para aplicaciones de energía solar, incluyendo la separación fotocatalítica de moléculas de agua para liberar el combustible de hidrógeno. Estos racimos fueron crecidos de nanobarras de ZnO con un diámetro de 400 nanómetros o menos.

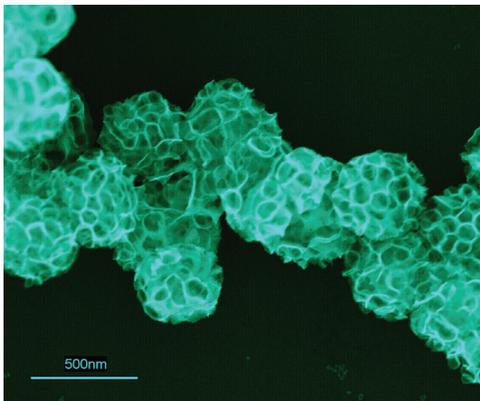
Julia Hsu, Neil Simmons y Tom Sounart.
Laboratorio Nacional Sandia (Sandia National Laboratory, en inglés)

¿Qué tiene de *special* la nanoescala?

La nanociencia realiza investigaciones para descubrir conductas y propiedades nuevas de los materiales con dimensiones a nanoescala. La nanoescala varía desde aproximadamente 1 a 100 nanómetros (nm) donde **un nanómetro es una bilionésima de metro**. Una hoja de papel tiene alrededor de 100,000 nanómetros de espesor.

Los materiales pueden tener **diferentes propiedades** en la nanoescala que en escalas mayores. Algunos materiales son más fuertes o son mejores para conducir electricidad o calor o para reflejar la luz; otros muestran propiedades magnéticas distintas o se activan químicamente de maneras específicas.

La nanotecnología es la manera en que se utilizan los descubrimientos hechos por la nanociencia. Por ejemplo, muchos nanomateriales se pueden ensamblar a sí mismos espontáneamente en estructuras ordenadas. También puede ser posible diseñar materiales átomo por átomo para lograr propósitos específicos. Esto hace que la nanotecnología sea extremadamente prometedora para aplicaciones energéticas.

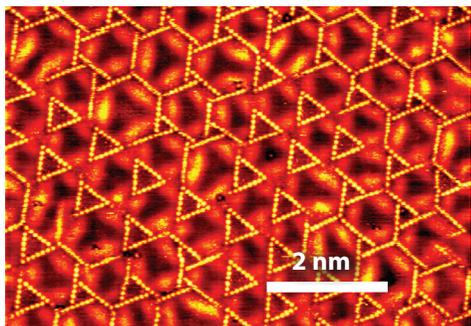


Nanoesferas de platino (color falso) se hicieron usando proteínas importantes en la fotosíntesis. Cuando las proteínas mezcladas con espumas de detergentes son expuestas a luz brillante, las proteínas causan que el platino crezca hasta tener la forma de la espuma – como nanoesferas. Las nanoesferas de platino, cuando se iluminan, pueden a su vez liberar el hidrógeno del agua—una reacción de interés potencial para las celdas de combustible de hidrógeno para los vehículos.

Departamento de Energía / Laboratorio Nacional Sandia (DOE/Sandia National Laboratory, en inglés)

Los triángulos a la derecha son átomos de azufre en una capa de cobre que a su vez descansa sobre un sustrato (base) de rutenio. Los metales en capas son utilizados generalmente como catalizadores, tales como los convertidores catalíticos que limpian los contaminantes en los gases de combustión de los automóviles o los que remueven azufre del petróleo.

Reproducido con permiso de *J Phys. Chem B* 1999, 103, 10557-10561. Derechos de Autor 1999 Sociedad Americana de Química (American Chemical Society, en inglés)



Un área de superficie **Gigantesca** de Partículas Diminutas

Debido a sus estructuras complejas, los nanomateriales pueden tener mucho más área superficial por volumen que los materiales a escala mayor. Esto significa que pueden ser mucho más activos químicamente y pueden comportarse de maneras nuevas.

nanotecnología: Generando Energía

La nanotecnología puede proporcionar **grandes mejoras** en muchas de las formas en que se genera la energía útil. La energía no se crea ni se destruye, pero se puede convertir de una forma a otra para llevar a cabo tareas útiles.

Historia de Éxito—Catalizadores para la Energía

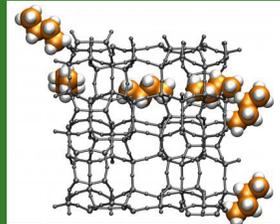
Los catalizadores son materiales que aceleran las reacciones químicas que ocurren en la naturaleza y también posibilitan reacciones que no ocurren fácilmente en la naturaleza. Los catalizadores se usan a menudo para convertir una materia prima (como petróleo crudo) en un producto (como gasolina o plástico). **Los mejores catalizadores convierten eficientemente una materia prima en un producto específico con un mínimo de calor residual o productos de desecho.**

Cada refinería de petróleo y planta petroquímica depende de catalizadores. Los catalizadores son usados para hacer combustibles para automóviles, camiones y aviones; fibras sintéticas para la ropa o aislamiento térmico en el hogar; y fertilizante para la siembra de suficientes cosechas para lograr un suministro adecuado de alimentos. Los catalizadores también ayudan a convertir desechos dañinos a compuestos benignos antes de que entren en el ambiente.

Los catalizadores son tan fundamentales para la producción de energía que han sido llamados nano-reactores—“los motores que energizan al mundo a escala del nanómetro”.

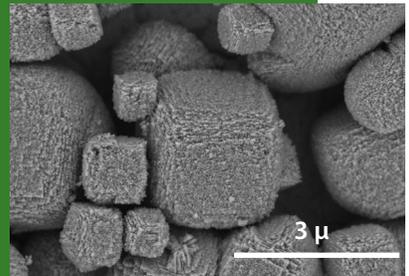
Química de Diseño con Tamices Moleculares

La industria petrolera tiene un interés particular en los catalizadores tales como las zeolitas, que refinan el petróleo crudo y lo convierten en combustible. Las zeolitas son sólidos parecidos a la cerámica, calado con millones de nanoporos, que pueden tener áreas superficiales de hasta 1000 metros cuadrados o aproximadamente un cuarto de acre por gramo. Las zeolitas también se conocen como tamices moleculares. Los científicos han descubierto que colocar iones de aluminio dentro de los poros de una zeolita puede acelerar la velocidad de la reacción química o personalizar el producto final. Otros métodos para mejorar la eficiencia del catalizador incluyen exponer caras de cristales específicas o crear uniones a nanoescala entre materiales donde ocurren las reacciones.



Simulación de una molécula de butano pasando a través de una zeolita. Esta zeolita se usa para catalizar el refinamiento de petróleo.

Departamento de Energía / Laboratorio Nacional Lawrence Berkeley (DOE/Lawrence Berkeley National Laboratory, en inglés)



Hecha de una plantilla a nanoescala, esta zeolita inusual tiene poros desde 2 a 50 nanómetros de ancho.

Instituto Avanzado de Ciencia y Tecnología de Corea (Ryong Ryoo, Korea Advanced Institute of Science and Technology, en inglés)

Hoy día, la búsqueda de nuevos catalizadores para refinar combustibles fósiles para la energía es intensa.

Después de más de un siglo de producir gasolina, ¿Sabemos cómo hacerlo? Sí, pero una meta es la creación de combustión más limpia de combustibles **“verdes”**.

La despena mundial de petróleo crudo de alta calidad está disminuyendo. Se necesitan nuevos catalizadores para refinar el provisión restante del crudo, que es más pesado y posee un nivel más alto en contaminantes tales como el azufre. También se necesitan nuevos catalizadores para convertir el carbón o la biomasa en diésel y otros combustibles para la transportación.

Por último, muchos de los catalizadores existentes son **CAROS** porque ellos (incluyendo el convertidor catalítico en tu automóvil) están hechos de metales preciosos como la plata, el oro y el platino. Por tanto, la búsqueda consiste en encontrar sustitutos más baratos y maneras de usar metales menos preciosos en la catálisis convencional.

Combustibles “Verdes”

¿Llenarás algún día el tanque de gasolina de tu automóvil con biocombustibles u otras “gasolinas verdes”? Muchos científicos piensan que sí: los biocombustibles provienen de las plantas, que son renovables porque las plantas pueden crecer cada año. Otras fuentes prometedoras incluyen los tallos de maíz, la caña de azúcar y el pasto varilla, que son de rápido crecimiento. Pero los biocombustibles, cuya química es a base de agua, son radicalmente distintos a la química de los combustibles fósiles derivados del petróleo.

Los combustibles fósiles tales como el crudo, el carbón y el gas natural son hidrocarburos, compuestos casi en su totalidad de carbono e hidrógeno. Las materias primas para los biocombustibles son básicamente azúcares de plantas disueltas en agua. Los azúcares, siendo carbohidratos, se componen no tan solo de carbono e hidrógeno, sino también de oxígeno. La química a base de agua de los biocombustibles requiere **catalizadores totalmente distintos** a los que se usan para refinar los combustibles fósiles. La naturaleza utiliza las enzimas para convertir el azúcar en etanol (piensa en la elaboración de cerveza). La nanociencia puede proveer catalizadores que imitan a la naturaleza para convertir moléculas a base de agua en etanol u otros combustibles.

Además, los distintos tipos de materia vegetal requieren distintos catalizadores. Por ejemplo, los granos de maíz tienen mucha azúcar, mientras que los tallos de maíz y otras materias vegetales a base de celulosa no la tienen, por lo tanto requieren diferentes químicas catalíticas. Mientras que el maíz ya se usa para generar algunos biocombustibles, usar material vegetal a base de celulosa constituye un reto. Así que los científicos buscan nuevos nanocatalizadores que puedan degradar materiales vegetales de manera más barata y abundante.



Un ingeniero sostiene una biomasa celulósica.

Departamento de Energía/Laboratorio Nacional de Energía Renovable (DOE/National Renewable Energy Laboratory, en inglés)

Celulosa

Glucosa en ZSM-5

La celulosa se adhiere al catalizador y es convertida en azúcares.

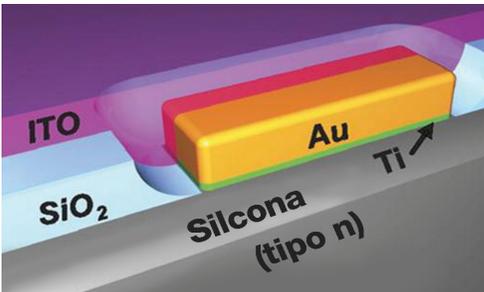
Otro catalizador entonces convierte los azúcares para producir combustible y productos derivados.

La “gasolina verde” se puede hacer utilizando el proceso de pirolisis catalítico rápido de la biomasa celulósica. Reproducido con permiso de Chem.Sus.Chem.2008, 1(5), 397-400. Derechos de Autor 2008 John Wiley e hijos.

Generando Energía: **Aprovechando** el Sol

Más energía solar golpea la tierra en un solo día que la que utiliza la población mundial en un año. Por eso es que el sol es tan atrayente como la fuente definitiva de energía. Pero convertir la energía solar en electricidad o combustibles líquidos a un precio que compita con los combustibles fósiles constituye un reto. La nanotecnología ofrece grandes posibilidades para ayudar a **aumentar la eficiencia de la conversión de energía solar y bajar los costos**.

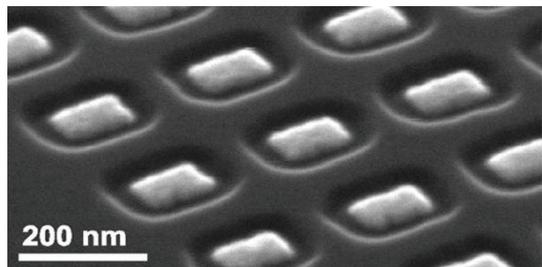
Una estrategia es crear las celdas solares con materiales **más baratos**. La tecnología dominante del presente, celdas solares de silicón mono-cristalina son muy caras para construir. Se pueden construir celdas solares más baratas usando silicón nanocristalino y otros materiales a nanoescala orgánicos o inorgánicos que se puedan depositar sobre sustratos (bases) como el acero o el plástico. Los investigadores también usan la nanotecnología para crear celdas solares con láminas transparentes (con el fin de cubrir ventanas) y delgadas de bajo costo y flexibles (con el fin de envolver superficies curvas), para que puedan captar la energía solar desde todas las partes de un edificio y no solo desde su techo.



Una nanoantena de oro (en la imagen arriba) Es incluida en una matriz (a la derecha) que se podrían incorporar en celdas solares de silicón para capturar la luz infrarroja.

Reproducido con permiso de Ciencia (Science, en inglés) 2011, 332, 702-704.

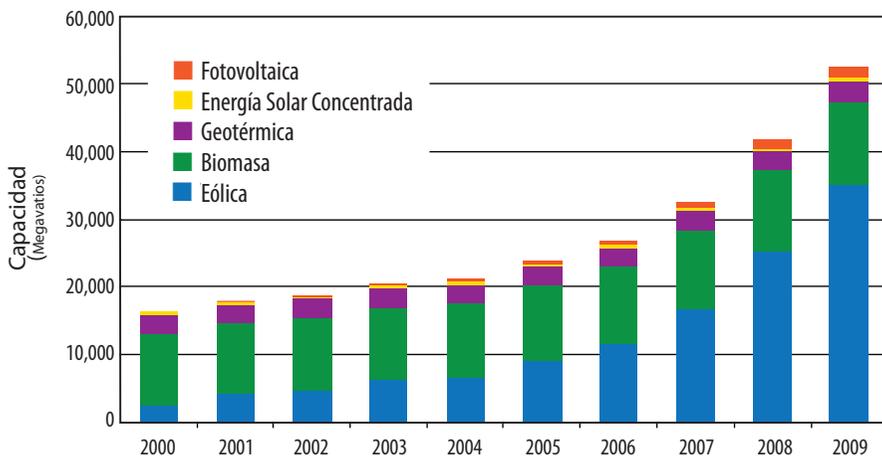
Derechos de Autor 2011 Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (American Association for the Advancement of Science, en inglés)



Cada año, el Departamento de Energía Solar de los Estados Unidos reta a 20 equipos colegiales que diseñen, construyan y operen casas solares que sean rentables, eficientes en el uso de energía y atractivas, como la casa ilustrada a la izquierda.

Departamento de Energía/Laboratorio Nacional de Energía Renovable (DOE/National Renewable Energy Laboratory, en inglés)

Total de Producción de Electricidad de Renovables en los EE. UU.



La energía eléctrica producida a partir de fuentes renovables en los Estados Unidos está creciendo rápidamente. Aunque sigue siendo una cantidad pequeña, la energía solar eléctrica derivada de fotovoltaicas está creciendo casi el 30% por año, y los avances debidos a la nanotecnología podría hacerlo mucho más competitivo.

Departamento de Energía/Laboratorio Nacional de Energía Renovable

Otra estrategia es **augmentar la eficiencia** coleccionando las longitudes de ondas de la energía solar que actualmente se pierden. La eficiencia máxima teórica de las celdas solares de silicón mono-cristalinas es de 31% para convertir los fotones de la luz solar en electrones (corriente eléctrica). Las tecnologías actuales están cerca de ese porcentaje. Pero las celdas tradicionales no coleccionan ninguna de la radiación infrarroja (calor) de longitudes de ondas largas del sol ni la mayor parte de la radiación ultravioleta de longitud de onda corta. Los investigadores trabajan con nuevas nanoestructuras para usar todo el espectro solar, desde ultravioleta, a visible, a infrarrojo. Una clase de celda solar que usa nanoestructuras se basa en capas de "multi-uniones" que permiten que la celda solar capture una parte diferente del espectro en cada capa y un espectro más amplio en general. Otra clase se llama "puntos cuánticos" que pueden generar múltiples electrones de un solo fotón o usar electrones energéticos de gradientes térmicos (diferencias en temperatura local). Se han reportado eficiencias experimentales de más de 40% con tales nanoestructuras y las eficiencias máximas teóricas que exceden el 60%.

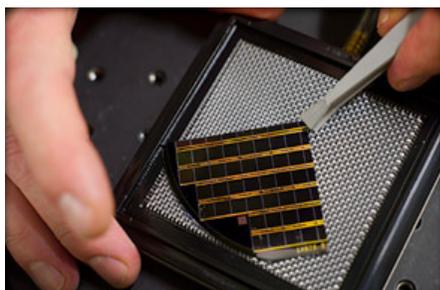


Puntos cuánticos son nanopartículas semiconductoras cuyo tamaño y composición se pueden afinar individualmente para absorber frecuencias específicas de luz y hacerlas sensibles a varias frecuencias, entonces se puede construir en una sola celda solar para absorber un espectro de luz solar más amplio.

Departamento de Energía / Laboratorio Nacional Argonne(DOE/ Argonne National Laboratory , en inglés)

En los dispositivos de celdas solares de multi-uniones, varias capas capturan parte de la luz solar que pasa a través de la celda. Estas capas permiten que la celda combinada capture más del espectro solar y lo convierta en electricidad con más eficiencia.

Departamento de Energía / Laboratorio Nacional Argonne (DOE/ Argonne National Laboratory , en inglés)



nanotecnología: **ALMACENANDO** la energía

Baterías

Con fuentes de energía renovables, ¿qué haces para obtener energía cuando el sol no brilla o el viento no sopla? Una estrategia es usar la energía almacenada. Una manera conveniente para almacenar la energía es en las baterías, tales como las que energizan linternas, cámaras, teléfonos celulares y computadoras portátiles.

Las baterías separan químicamente los átomos con carga negativa en electrones y los de carga positiva en iones. Las baterías también almacenan y liberan la carga químicamente, por ejemplo, cuando la batería está cargada, los terminales positivos (+) y los negativos (-) tienen una composición química distinta que cuando la batería está descargada. Los iones fluyen a través de un electrolito líquido en una dirección para cargar y en la opuesta para descargar.

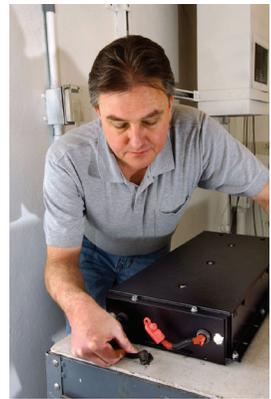
La nanotecnología mejora las baterías en varias formas.

En las baterías de iones de litio (Li-Ion), la nanotecnología está mejorando el diseño de “compuestos de intercalación” con capas finas para almacenar altas densidades de iones de litio, minimizando las distancias que los iones de litio tienen que recorrer y permitir una carga y descarga más rápida.

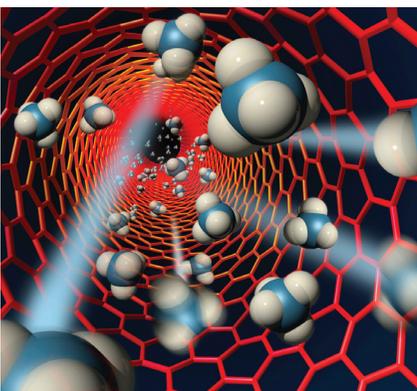
La nanoingeniería se usa para crear una membrana nanoestructural impermeable para evitar que el electrolito de una batería toque los electrodos hasta que sea necesario. Esto le da a una batería no usada **una vida útil casi sin límite**— una característica deseable en aplicaciones tales como sensores remotos.

Vehículos eléctricos prácticos y asequibles se pueden lograr con baterías producto de la nanoingeniería ya que permiten más alcance y una carga más rápida.

La nanotecnología también hace posible el diseño de baterías Li-Ion de tamaño de remolque de grande escala para usarse como suministro energético de reserva en compañías eléctricas, barcos u operaciones de emergencia.



Experimental lithium ion battery for hybrid-electric cars capable of getting 100 mpg. Sandia



Ahorrando energía con la Nanotecnología

Una membrana permeable de nanotubos de carbono en un chip de silicón se puede diseñar con poros que podrían usarse para la desalinización y desmineralización de agua, reduciendo los costos de energía hasta un 75% comparado con las membranas convencionales usadas para la osmosis inversa.

Departamento de Energía / Laboratorio Nacional Lawrence Livermore (DOE/ Lawrence Livermore National Laboratory, en inglés)

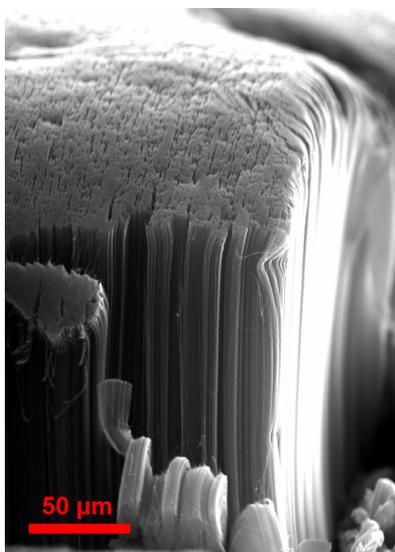


En la imagen arriba se ve un parque eólico cerca de Montfort, Wisconsin. La energía eólica y solar son intermitentes, por lo cual la energía se tiene que almacenar para proveerle un suministro continuo a los consumidores. Todd Spink

Ultracapacitores

La próxima vez que desconectes tu computadora portátil de la toma corriente, mira la lucecita verde en el convertidor AC— hay una demora de un segundo o dos antes que se apaga la luz. Esto ocurre porque el convertidor AC tiene un capacitor que retiene la carga.

La mayoría de los dispositivos electrónicos tienen capacitores. Los capacitores físicamente almacenan y liberan la carga como electrones en vez de como iones. En un capacitor, los electrones se alinean en la superficie de los terminales. Se mantienen ahí por **fuerzas eléctricas relativamente débiles** en lugar de los enlaces químicos más fuertes que sujetan a los iones en una batería. Por consiguiente, un capacitor se puede cargar y descargar rápidamente. Los capacitores son excelentes para operar cualquier dispositivo que requiera alto poder, pero en descargas cortas.



La habilidad para controlar la densidad de nanotubos de carbono hechos en sustratos de aluminio hace que estos nanotubos sean ideales para usarse en los ultracapacitores. Los nanotubos de carbono en la imagen de arriba son 50,000 veces más largos que anchos.

FastCAP Systems

Un capacitor nuevo, el “ultracapacitor” o “supercapacitor”, puede almacenar cantidades sin precedentes de carga a través de una **nanoestructura de doble capa**. Los ultracapacitores pueden ser muy útiles para almacenar energía generada por paneles solares o parques eólicos porque tanto el sol como el viento son intermitentes.

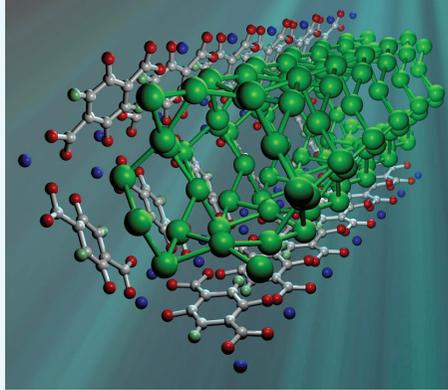
Una clase de ultracapacitor distinta puede utilizarse incluso para **recuperar energía**. Por ejemplo, los ultracapacitores se han usado en elevadores para recapturar energía mientras la cabina del elevador desciende, así se reduce la cantidad de electricidad necesaria para subir el elevador.

Los científicos están investigando diferentes tipos de nanomateriales para mejorar el almacenaje de electrones en los ultracapacitores, para acelerar el envío de energía (como un capacitor) y para sostener el envío de energía (como una batería).

Hidrógeno

Una pila (celda) de combustible convierte la energía química en electricidad; el hidrógeno es un combustible común. Ya sea que se usa para energizar una celda de combustible de un vehículo o en un edificio, es un reto técnico

almacenar el hidrógeno de forma segura y eficiente.



Marco de metal-orgánico para almacenar hidrógeno. C. Brown, Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST, por sus iniciales en inglés)

El hidrógeno, distinto a la mayoría de los elementos gaseosos, se almacena con más densidad si está unido a una estructura sólida. Una estructura prometedora está formada de nanopartículas con estructura tipo “core-shell” (nucleo-coraza): nanopartículas recubiertas con un catalizador. Cuando una molécula de hidrógeno (H₂) cae sobre la recubierta, el catalizador divide la molécula en dos átomos de hidrógeno que se difunden hacia el núcleo. El proceso se invierte cuando se necesita el hidrógeno para energía. Por ejemplo, en un vehículo, el hidrógeno pudiera estar almacenado en un tanque ya aparentemente llenado previamente con “nano-arena” que también reduciría cualquier riesgo de explosión.

Otro reto es diseñar catalizadores económicos para **hacer las celdas de combustible más eficientes.** Actualmente, las celdas de combustible usan platino como catalizador, y no hay suficiente platino en este planeta para las celdas de combustible que son utilizadas en automóviles o edificios en los Estados Unidos, mucho menos en el mundo. La buena noticia: los investigadores han descubierto que recubrir nanopartículas de níquel con una recubierta ultrafina de platino no tan solo baja el costo, sino que mejora la actividad del catalizador.

La meta final es reemplazar el platino con materiales más abundantes en la tierra.



Estudiando hidruros metálicos complejos para almacenar hidrógeno.

Departamento de Energía / Laboratorio Nacional Sandia (DOE/Sandia National Laboratory, en inglés)



Llenando un carro de hidrógeno.

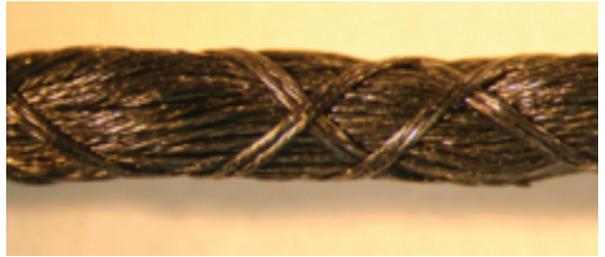
Departamento de Energía / Laboratorio Nacional de Energía Renovable (DOE/National Laboratory of Renewable Energy, en inglés)

nanotecnología: transmitiendo

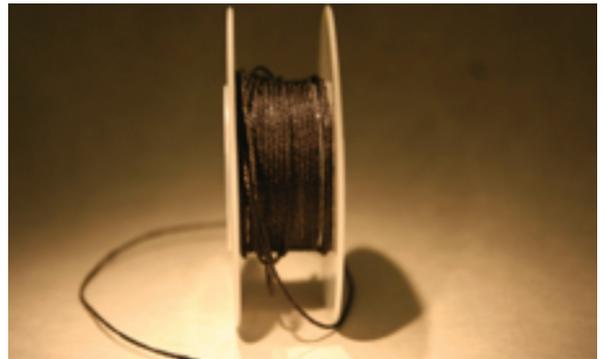
e n e r g í a

La mayoría de las fuentes de energía se tienen que transmitir desde el punto de generación hasta el punto de uso. Por ejemplo, existen grandes redes de infraestructura nacional para distribuir combustibles fósiles y energía eléctrica. La energía eléctrica todavía se transmite principalmente a través de alambres de metal que son pesados, voluminosos y cada día más caros. Peor aún, una fracción significativa de la energía que se transmite se pierde debido a la resistencia eléctrica.

Actualmente, investigadores de nanotecnología están próximo a desarrollar productos de nanotecnología comerciales que atiendan estos problemas. Por ejemplo, se han demostrado las fibras de nanotubos de carbono como reemplazo del alambrado eléctrico convencional. Estos nanoalambres son potencialmente más livianos, fuertes, delgados y resistentes a la corrosión que el alambrado de metal. Más importante aún, pueden tener mucho menos resistencia eléctrica, resultando en ahorros energéticos enormes para la electrónica y redes de distribución de electricidad.



Una imagen en detalle de un "nano cable" construido al entrelazar muchas hebras de nanotubos de carbono.



Un carrete de nano cable.

Algunas compañías ahora pueden hacer comercialmente longitudes útiles de alambrado, laminado y cable de nanotubos de carbono, que son excepcionalmente livianos, fuertes y conductores térmicos y de electricidad.

Technologías Nanocomp (Nanocomp Technologies, en inglés)

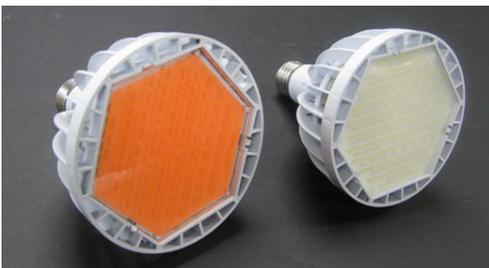
nanotecnología: *conservando* energía

Una de las mejores maneras de satisfacer nuestras necesidades futuras de energía es sencillamente reduciendo la cantidad de energía que usamos. La nanotecnología puede ayudar, produciendo nuevas maneras de aumentar la eficiencia de las tecnologías actuales que usan energía.

Iluminación de Estado Sólido

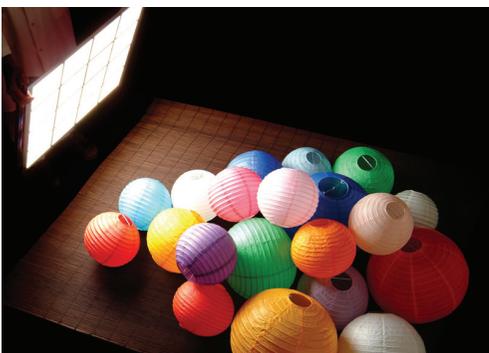
Más del 22% de la electricidad generada en los Estados Unidos se destina para alumbrar los hogares, edificios y áreas de estacionamiento de la nación. Las bombillas incandescentes tienen una eficiencia de solamente un 5% y las bombillas fluorescentes tienen de un 15% a 20% de eficiencia. **Conservando solamente la mitad de la energía** que se consume hoy en día, reduciendo significativamente el consumo energético nacional.

Estructuras a nanoescala también ayuda a resolver un problema relacionado—captar eficientemente la luz blanca de los diodos emisores de luz (LEDs, por sus siglas en inglés). Los LEDs teóricamente son 10 veces más eficientes convirtiendo la electricidad a luz que las bombillas incandescentes y más del doble de eficientes que las bombillas fluorescentes. Siendo estas un desarrollo relativamente reciente, hoy en día los LEDs blancos están disponibles comercialmente en linternas, faros delanteros de automóviles y bicicletas y señales de tránsito. Para el alumbrado en el hogar, sin embargo, es un gran reto obtener **colores agradables para los consumidores** mientras se mantienen las eficiencias altas y los costos bajos. A través de la nanotecnología, los ingenieros están diseñando materiales semiconductores y fósforo que imiten precisamente el espectro de la luz solar.

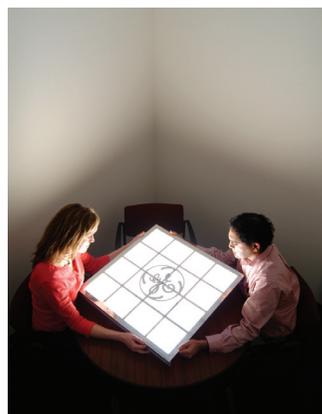


Un filtro de puntos cuánticos (izquierda) encaja sobre un alumbrado comercial LED (derecha) para producir luz que sea más agradable para la vista que usando el LED solo.

QD Vision Inc.



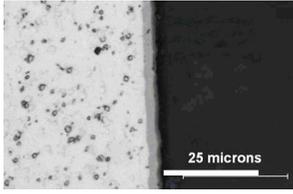
Pantalla LED de nano-capa orgánica mostrando luz blanca radiada pura. GE



Alumbrado de estado sólido orgánico depende de capas finas a nanoescala. GE

Lubricantes y Recubrimientos

La fricción dentro de los motores y maquinaria industrial desperdicia energía y causa desgaste y fallas mecánicas. La nanotecnología está ofreciendo soluciones



El recubrimiento de cerámica ultradura de boro-aluminio-magnesio (BAM) sobre un sustrato de acero es solo un tipo de nano-recubrimiento resistente al desgaste.

Departamento de Energía / Laboratorio Ames (DOE/Ames Laboratory, en inglés)

a través de una gama de aplicaciones. Algunos lubricantes y combustibles comerciales de alto rendimiento para uso industrial, automotriz y médico ahora contienen materiales nanoestructurados, tal como el disulfuro de tungsteno inorgánico con estructura tipo fullereno. Básicamente, los fullerenos actúan como **rodamientos a nanoescala** produciendo una lubricación mejorada. Otros tipos de recubrimientos, como el nano-recubrimiento de boruro a la izquierda, produce superficies ultra-duras en piezas, reduciendo el desgaste grandemente.

Compuestos Ligeros

El sector de transportación es responsable por más de una cuarta parte del uso de energía en los Estados Unidos, y mucha de esta energía se usa para mover los vehículos y las aeronaves. Reduzca la masa (peso) de un vehículo o aeronave y su eficiencia energética aumenta.

La investigación en nanotecnología se enfoca en desarrollar materiales **fuertes y ligeros** no solo para las carrocerías de automóviles y camiones, sino también para los bloques de motor y trenes de transmisión, sin comprometer el rendimiento y la seguridad. Los materiales compuestos comerciales que incorporan nanoarcillas forman los pisos de algunos vehículos deportivos utilizados para más durabilidad y estabilidad. Otros nanomateriales que se están desarrollando incluyen nanotubos de carbono para las carrocerías de aeronaves y álabes de turbinas, nanoplaquetas de grafito para endurecer los plásticos y nanotubos de carbono livianos como conductores de electricidad para reemplazar el alambrado de cobre pesado en aeronaves y satélites.



Diseño conceptual de NASA/MIT para una aeronave comercial avanzada que incorpora Nanocompuestos y que podría volar significativamente más silenciosa, limpia y con mayor eficiencia energética.

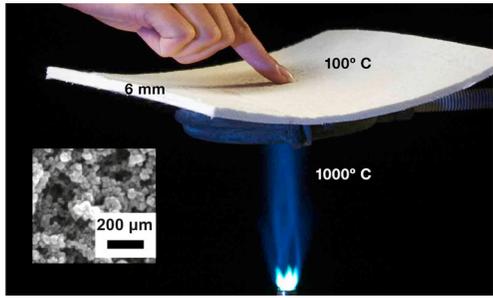
NASA/MIT/Ciencias de Vuelo Aurora (Aurora Flight Sciences, en inglés)

Aislamiento Térmico

Los sistemas de calefacción y enfriamiento son los consumidores individuales más grandes de energía en los edificios, representando un 50% a 70% de los costos de energía en un hogar promedio de una familia. Un aislamiento más efectivo podría reducir en un 35% a 50% el consumo de energía en edificios.

Materiales de aislamiento comercial pueden enrollarse

alrededor o pueden ser atomizados en maquinaria, ahorrando energía para los procesos de manufactura que requieran altas temperaturas o refrigeración. En la actualidad, estos materiales estándares se pueden reemplazar con aerogeles nanoestructurados y nanoespumas que son de dos a ocho veces más eficientes que las formas tradicionales de aislamiento porque pueden tener hasta 96% de aire atrapado y solamente 4% de material sólido (comúnmente silicón, carbono, polímeros o cerámicas). El aislamiento nanoestructurado, que también se puede aplicar enrollándolo o roseándolo, se están usando en aplicaciones de alto valor, e.g., aislamiento de oleoductos, barcos militares, edificios e incluso ropa u botas para los astronautas y alpinistas.



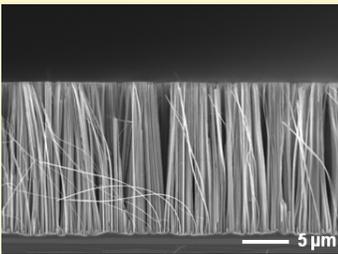
Una lámina de aislamiento de aerogel comercial. Recuadro: estructura de aerogel. Los aerogeles están llenados con nanoporos que minimizan la transferencia de calor.

Foto: Aspen Aerogel Aspen. Recuadro: Reproducido con permiso de ACS *Appl. Mater. Interfaces*, 2011,3 (3), pp 613-626. Derechos de Autor 2011 Sociedad Americana de Química

Recuperando el Calor Residual

Una de las maneras más prometedoras para reducir el uso en general de energía es recuperar el calor residual de aplicaciones tales como procesos industriales, motores de automóviles y la electrónica y utilizar esta energía. Dispositivos termoeléctricos que convierten gradientes de calor directamente en electricidad son candidatos ideales, pero hasta ahora su desempeño ha resultado insuficiente para usarse a grande escala.

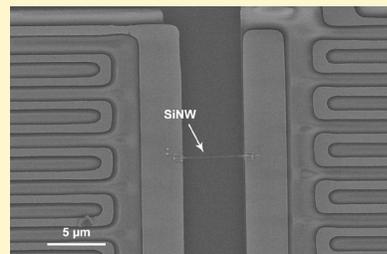
Avances en la nanotecnología podrían producir una solución. Por ejemplo, nanolambres hechos de silicón pueden tener una eficiencia de conversión que es 60 veces mayor que silicón grueso. Construir dispositivos de nanoestructura termoeléctricos de silicón, que es abundante, barato y fácil de manejar, puede ayudar a crear un mercado nuevo para una gama de dispositivos que puedan recuperar el calor residual.



Un dispositivo que usa nanolambres (SiNW) para convertir una diferencia en temperatura en electricidad. Un elemento es más caliente que el otro, generando una corriente en el nanolambre. Peidong Yang, UC Berkeley

Una imagen tomada por un microscopio electrónico de barrido de una sección transversal de un conjunto de nanolambres de silicón. Las dimensiones a nanoescala del silicón permiten una conversión más eficiente de calor a electricidad que otros materiales.

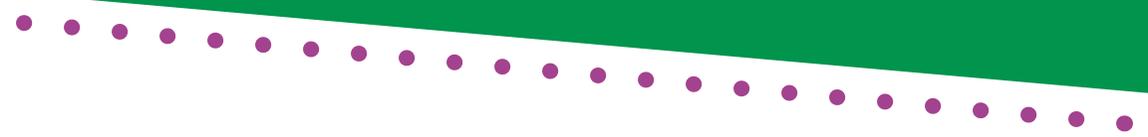
Cortesía P. Yang, Berkeley





Nanotecnología y nuestro *Futuro Energético*

Hay varios enfoques para atender las necesidades energéticas del mundo, aprovechando nuevas fuentes de energía y conservando los suministros energéticos que ya tenemos. La nanotecnología no es la única respuesta, pero es una parte clave de la solución para ayudar que la nación y el mundo puedan satisfacer las crecientes necesidades energéticas de la humanidad.



Para más información:

Porqué la nanotecnología es tan especial

<http://www.nano.gov/nanotech-101/special>

Introducción a energía para estudiantes

<http://www.eia.gov/kids/energy.cfm?page=1>

Información básica sobre fuentes de energía

<http://energyquest.ca.gov/story/index.html>

Proyecciones para el uso energético global hasta 2035

<http://eia.gov/oiaf/ieo/highlights.html>

(Oficina Nacional de Coordinación de Nanotecnología
(U.S. National Nanotechnology Coordination Office, en inglés)
www.nano.gov
info@nnco.nano.gov