

# Cambios en el panorama de la energía nucleoelectrónica

Por Mohamed ElBaradei

## La creciente demanda mundial de electricidad recurrirá a una mezcla de fuentes de energía.

La energía es esencial para el desarrollo, ya que casi todos sus aspectos, desde la reducción de la pobreza al mejoramiento de la atención sanitaria, requieren un acceso seguro a los servicios energéticos modernos. Si estas necesidades de desarrollo permanecen desatendidas, la miseria resultante suele desembocar en conflictos y violencia que, a su vez, afectan a las actividades de desarrollo y repercuten en la estabilidad regional y mundial.

En este contexto es importante examinar el desequilibrio energético mundial. Unos mil seiscientos millones de personas no tienen acceso a la electricidad, y dos mil cuatrocientos millones dependen de la biomasa tradicional por carecer de acceso a los carburantes modernos.

A mi juicio, la seguridad energética mundial implica satisfacer las necesidades de todos los países y pueblos en materia de energía, sin olvidar a esa cuarta parte de la humanidad que no tiene acceso a los sistemas de energía modernos. La Agencia Internacional de la Energía, creada por la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), anuncia que si las tendencias de consumo y las políticas gubernamentales actuales se mantienen, en 2030 se habrá producido un aumento del 53% del consumo mundial de energía, y 70% del futuro aumento de la demanda tendrá lugar en países en desarrollo. También ha afirmado que un mayor uso de la energía nucleoelectrónica contribuiría a hacer frente al aumento de la demanda de energía, a mejorar la seguridad del suministro y a reducir las emisiones de carbono.

La energía nuclear por sí sola no es, desde luego, la panacea, pero es probable que en un futuro próximo tenga un papel cada vez mayor en la mezcla energética mundial. ¿Por qué estamos asistiendo a un resurgimiento del interés por la energía nucleoelectrónica, y qué problemas se le van a presentar a un país que esté considerando la posibilidad de iniciar un programa de energía nucleoelectrónica?

### La situación mundial

Hay 439 reactores nucleares en funcionamiento en 30 países. Esos reactores suministran aproximadamente 15,2% de la electricidad mundial.

Hasta ahora, la utilización de la energía nucleoelectrónica ha estado concentrada en los países industrializados. La situación es distinta, sin embargo, por lo que respecta a nuevas construcciones,

ya que 16 de los 30 reactores que se están construyendo actualmente se encuentran en países en desarrollo, y la mayor parte de la reciente expansión se ha producido en Asia. China, por ejemplo, construye actualmente cuatro reactores y prevé quintuplicar su capacidad generadora nuclear en los próximos 15 años. En India se están construyendo siete reactores, y el país prevé septuplicar su capacidad para 2022. Japón, Pakistán y la República de Corea también tienen planes de ampliación de su capacidad de energía nucleoelectrónica.

Es muy posible que en un futuro próximo veamos a más países de la región de Asia y el Pacífico optar por la energía nucleoelectrónica. Viet Nam se propone iniciar la construcción de su primera central nuclear en 2015. Indonesia tiene previsto construir dos reactores de 1000 MW en el centro de Java. Recientemente, la Autoridad Productora de Energía de Tailandia anunció que planea construir dos grandes centrales nucleares, iniciándose las obras en 2015. En Malasia, quedará terminado en 2010 un estudio general de la política energética, que comprende la consideración de la energía nucleoelectrónica.

Este resurgimiento del interés por la energía nucleoelectrónica no se limita a Asia. Otros países, como Jordania y Turquía, están estudiando o planificando muy seriamente implantar programas de energía nucleoelectrónica, y otros muchos, como Argentina, Bulgaria, Kazajstán y Sudáfrica, están trabajando en la ampliación de los programas ya existentes.

### Razones que explican el mayor interés

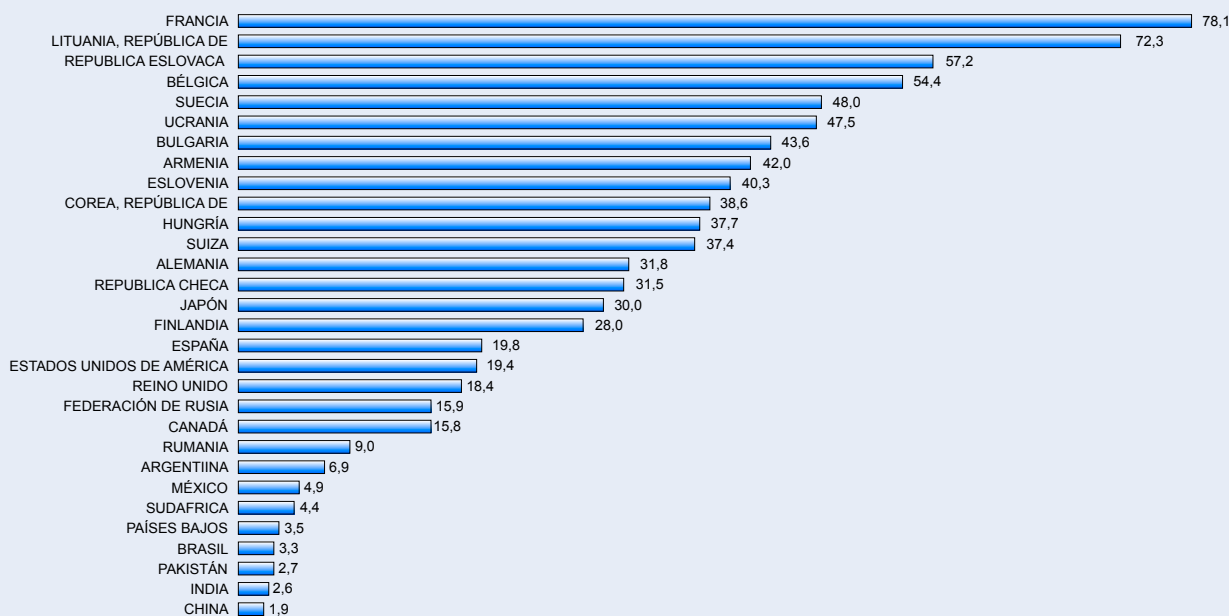
Varias son las razones que justifican este interés renovado:

#### *Diversidad y seguridad energéticas*

La energía nucleoelectrónica es para muchos países un medio de reforzar la seguridad y la diversidad de su suministro de energía. Esto mismo sucedía en el decenio de 1970, cuando las preocupaciones por la seguridad de la energía, provocadas por las interrupciones del suministro de petróleo, fueron el motivo principal de la expansión nuclear que se produjo en países como Francia y Japón. En Francia, 78% del suministro de electricidad depende en la actualidad de la energía nucleoelectrónica. En Japón la cifra es de 30%.

Las preocupaciones por la seguridad de la energía han vuelto a hacer su aparición. Para algunos, diversificar los proveedores y las

## Contribución nuclear a la producción mundial de electricidad



Porcentajes correspondientes al año 2006. Fuente: OIEA. Para consultar las estadísticas más recientes, visite [www.iaea.org](http://www.iaea.org) y vea el Sistema de Información sobre Reactores de Potencia (PRIS).

fuentes de energía de un país es una protección fundamental contra las fluctuaciones de los precios en el mercado de los combustibles fósiles. Para otros, las preocupaciones por la seguridad de la energía pueden tener su origen en la inestabilidad potencial de las relaciones políticas con los grandes productores de petróleo y gas natural.

### Las emisiones de carbono y las preocupaciones medioambientales

Ahora bien, otro factor al que cabe imputar el interés por la energía nucleoelectrica es que prácticamente no emite gases de efecto invernadero. La cadena completa de la energía nucleoelectrica — desde la extracción del uranio y la fabricación del combustible hasta la construcción y explotación del reactor y la eliminación de los desechos — emite tan sólo 1,6 gramos de equivalente de carbono por kW/h, lo que representa casi la misma tasa despreciable de emisión que la energía eólica y la hidráulica, y muy inferior a la del carbón, el petróleo y el gas natural.

Cada vez se presta más atención internacional a los efectos de las emisiones de carbono procedentes de los combustibles fósiles. La Cumbre del G8 de 2007 declaró que actuaría para someter a las principales economías emisoras de gases de efecto invernadero a un nuevo marco internacional de reducción de las emisiones en un futuro próximo y que consideraría el objetivo de reducir a la mitad las emisiones mundiales para 2050. Habida cuenta de la insignificancia de sus emisiones, son muchos los que piensan que la energía nucleoelectrica es parte de la solución.

### Elevado rendimiento

Un factor importante que explica también este interés renovado por la energía nucleoelectrica es su alto rendimiento. La energía nucleoelectrica es una tecnología madura con más de medio siglo de experiencia de explotación, y en los dos últimos decenios

se han producido mejoras significativas de la fiabilidad de las centrales nucleares, una reducción de los costos de explotación y un aumento progresivo de la seguridad tecnológica.

### Aspectos clave que hay que tener en cuenta

Ahora bien, para que la energía nucleoelectrica siga siendo viable como fuente de energía, es preciso abordar primero una serie de preocupaciones.

#### La seguridad tecnológica nuclear

Examinemos en primer lugar la seguridad nuclear tecnológica. El accidente de Chernóbil de 1986 supuso un serio revés para la energía nuclear. Murieron muchas personas, miles sufrieron graves efectos en su salud y hubo importantes repercusiones ambientales y sociales. El accidente se produjo en un modelo de reactor antiguo, y se vio complicado por una pésima gestión de la seguridad. Ahora bien, paradójicamente dio también lugar enseguida a mejoras importantes de nuestros planteamientos de la seguridad tecnológica nuclear.

Un cambio esencial fue la creación del llamado 'régimen de seguridad nuclear', de alcance internacional. Se elaboraron convenciones internacionales que establecían normas jurídicamente vinculantes para mejorar la seguridad tecnológica de las actividades nucleares. El OIEA actualizó el conjunto de sus normas de seguridad de modo que correspondieran a las mejores prácticas de la industria. Y, aspecto muy importante, tanto el OIEA como la Asociación Mundial de Explotadores de Instalaciones Nucleares (AMEIN) establecieron redes internacionales para efectuar exámenes a cargo de homólogos e intercambiar información sobre la explotación con objeto de mejorar la seguridad tecnológica.

A lo largo de los años, el régimen internacional de seguridad nuclear nos ha permitido aprender a reducir al mínimo los riesgos en materia de seguridad tecnológica. Pero no hay que dormirse en los laureles. Es primordial que las normas de seguridad existentes, las prácticas de explotación y la vigilancia reglamentarias se adapten — y en ciertos casos se refuercen — para garantizar niveles más altos de seguridad tecnológica en el futuro.

### **La seguridad física nuclear**

La seguridad física nuclear viene siendo también una preocupación importante en estos últimos años. Los ataques indiscriminados de grupos extremistas que se han producido en numerosas regiones han obligado a reevaluar la seguridad física en todos los sectores de la industria, comprendido el sector nuclear. En los últimos cinco años, el OIEA, en cooperación con muchas naciones, ha trabajado en todos los continentes para ayudar a los países a controlar mejor su material nuclear y sus fuentes radiológicas, y a proteger sus instalaciones nucleares.

### **La gestión del combustible gastado**

La gestión del combustible gastado y la disposición final de desechos altamente radiactivos siguen planteando un problema para la industria nucleoelectrica. La cantidad de combustible nuclear gastado que se produce anualmente — unas 10 000 toneladas — es en realidad pequeña si se compara con los casi 28 000 millones de toneladas de desechos de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) producidas por los combustibles fósiles que pasan directamente a la atmósfera y son, como ya he indicado, la causa principal de las preocupaciones que genera el cambio climático. Los expertos están de acuerdo en que la eliminación geológica de los desechos altamente radiactivos es segura y tecnológicamente viable. Pero es posible que el escepticismo siga dominando la opinión pública — y probablemente la eliminación de los desechos nucleares siga dando lugar a polémica — mientras no funcionen los primeros repositorios geológicos y no esté plenamente demostrada la eficacia de las tecnologías de disposición final.

### **La no proliferación nuclear**

Al mismo tiempo que se observan expectativas crecientes en relación con la energía nucleoelectrica, aumentan igualmente las inquietudes por la difusión de armas nucleares y de tecnología nuclear de carácter estratégico.

El ensayo nuclear efectuado en 2006 por la República Democrática Popular de Corea (RDPC) y la inquietud internacional que suscita la naturaleza del programa nuclear de Irán son dos de estos casos.

A mi juicio nos encontramos en una encrucijada. Es esencial y urgente que todas las partes renueven sus compromisos con el Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares (TNP). Los dos pilares que sustentan el Tratado son la no proliferación y el desarme, esto es, el compromiso de los Estados no poseedores de armas nucleares que son partes en el TNP de no tratar de conseguir armas nucleares, y el compromiso equivalente de los Estados que sí las poseen de dirigirse hacia el desarme nuclear. Estos dos compromisos se refuerzan recíprocamente.

El ritmo del desarme nuclear ha sido muy lento. Todavía existen 27 000 ojivas nucleares. Y se va viendo con dolorosa claridad que mientras algunos países sigan basando su estrategia en

el armamento nuclear, otros países se sentirán tentados a emularlos. No podemos engañarnos y pensar que las cosas suceden de otro modo.

El OIEA cumple una función capital en relación con la no proliferación. En virtud de los acuerdos de salvaguardias del TNP, efectuamos inspecciones en los países con miras a verificar que sus programas nucleares con fines pacíficos no sirven para encubrir la desviación de material para usos no pacíficos. Ahora bien, para que seamos eficaces es esencial que estemos dotados de la autoridad, la información, la tecnología avanzada y los recursos necesarios.

A medida que se industrializan más países, va resultando cada vez más difícil controlar el despliegue de la tecnología. Particularmente delicadas son ciertas operaciones nucleares como el enriquecimiento y el reprocesamiento del combustible gastado, actividades que forman parte de un programa nuclear con fines pacíficos pero que pueden servir también para fabricar el uranio y el plutonio muy enriquecidos que se emplean en la fabricación de armas nucleares. A los países que realizan esas operaciones no les falta más que un paso para tener la capacidad de fabricar esas armas.

Desde hace algún tiempo vengo proponiendo que estudiemos la posibilidad de adoptar un enfoque multinacional del enriquecimiento y el reprocesamiento para asegurarnos de que ningún país tenga la capacidad de producir independientemente material nuclear de carácter estratégico. Esto se haría en dos fases.

La primera sería la creación de un mecanismo de 'seguridad de suministro' de combustible nuclear, que comprendería posiblemente un banco de combustible administrado por el OIEA.

Para aquellos países que utilizan el combustible nuclear para la producción de electricidad, este mecanismo actuaría como un proveedor de última instancia que impediría la interrupción por motivos no comerciales del suministro de combustible.

La segunda fase consistiría en someter a control multinacional toda nueva operación de enriquecimiento de uranio y separación de plutonio. Esos controles multinacionales deberían también efectuarse en instalaciones ya existentes para garantizar que todos los países reciban un mismo trato en lo relativo a sus capacidades nucleares.

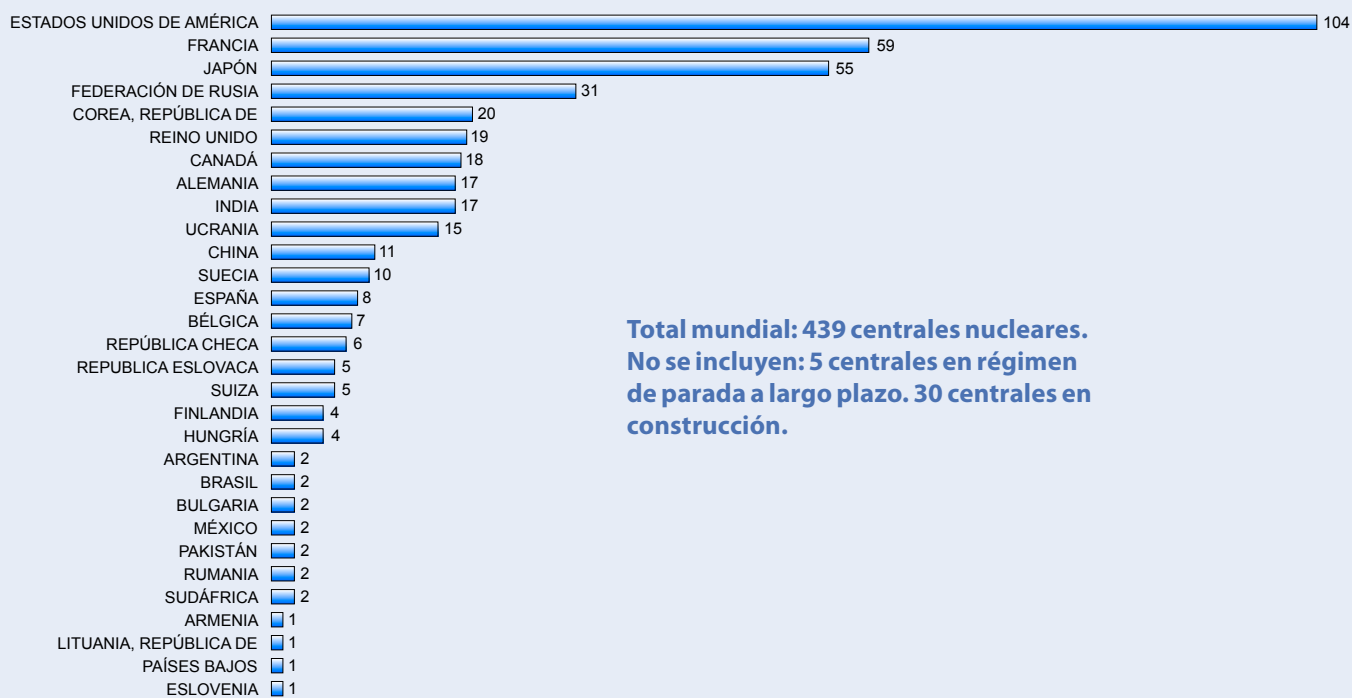
### **La innovación tecnológica**

El futuro de la energía nucleoelectrica dependerá también en gran medida de la innovación tecnológica, esto es, el desarrollo de nuevas tecnologías de reactores y del ciclo del combustible. Como era de esperar, los proyectos actuales de investigación y desarrollo (I+D) en el ámbito nuclear se centran en aumentar la seguridad tecnológica, reducir los riesgos de proliferación, reducir al mínimo la producción de desechos y mejorar el rendimiento económico.

El Proyecto internacional del OIEA sobre ciclos de combustible y reactores nucleares innovadores (INPRO) tiene como finalidad garantizar que sean entendidas y tenidas en cuenta las futuras necesidades de todos los países, en particular los países en desarrollo, al evaluar y desarrollar sistemas nucleares innovadores.

Son muchos los países en desarrollo que han mostrado especial interés por las actividades encaminadas a desarrollar modelos

## Centrales nucleares en funcionamiento en el mundo



**Total mundial: 439 centrales nucleares. No se incluyen: 5 centrales en régimen de parada a largo plazo. 30 centrales en construcción.**

Datos disponibles en agosto de 2007. El total mundial incluye seis centrales en Taiwán (China). Fuente: OIEA. Para consultar las estadísticas más recientes, visite [www.iaea.org](http://www.iaea.org) y vea el Sistema de Información sobre Reactores de Potencia (PRIS).

de reactores de pequeño y mediano tamaño. Esos modelos permiten realizar una inversión más gradual que la que requiere un reactor grande y se ajustan mucho mejor a la capacidad de la red en muchos países en desarrollo. Se adaptan con más facilidad a determinadas aplicaciones, como la calefacción urbana y la desalinización del agua del mar.

### Necesidades de infraestructura

Como la tecnología compleja que es, la energía nucleoelectrica requiere una infraestructura de una complejidad correspondiente. Es esencial para los países nuevos que estudian la posibilidad de implantar la energía nucleoelectrica poder contar con la infraestructura necesaria. La 'infraestructura' comprende numerosos elementos, desde la infraestructura industrial, esto es, las instalaciones de fabricación, hasta el marco jurídico y reglamentario, las medidas institucionales con miras a la seguridad física y tecnológica, y los recursos necesarios, tanto humanos como financieros.

Por lo que respecta a la nueva infraestructura nuclear, se plantean tres preguntas importantes: ¿Cuánta estructura se necesita y de qué tipo? ¿Cuál es el momento oportuno para adquirirla? Y, ¿debe un país desarrollar internamente esa infraestructura o bien importar algunos componentes o compartirlos con otros países?

Como es natural, cada país habrá de tomar sus propias decisiones, pero el OIEA está preparado y capacitado para prestar, si se le pide, asistencia especializada sobre esta cuestión.

### La percepción pública

Por último, quiero referirme a un aspecto que tendrá su importancia a la hora de determinar el futuro de la energía nucleoelectrica. Ese aspecto es la percepción del público.

La percepción de riesgo por parte del público influye sobremanera en las opciones energéticas de un país. Al igual que sucede con la aviación civil, la bioingeniería y cualquier otra tecnología avanzada, la energía nucleoelectrica no ofrece unas garantías de seguridad absolutas. Lo importante es que se entiendan bien los riesgos y los beneficios.

Todos los miembros de la comunidad nuclear — científicos, operadores y autoridades reguladoras en materia de seguridad— deben esforzarse al máximo por proporcionar información precisa y fácilmente comprensible que permita al público entender mejor los riesgos y las ventajas de la energía nuclear. Desgraciadamente, ciertas ideas falsas pueden influir mucho en la aceptación pública de la energía nucleoelectrica. Es fundamental que la comunidad nuclear dé muestras de transparencia y apertura en sus actividades para que aumenten la comprensión y la confianza en el funcionamiento seguro de las instalaciones nucleares.

La necesidad de garantizar un suministro de energía suficiente y fiable guarda una relación directa con el desarrollo, así como con la seguridad nacional e internacional. En este sentido, la energía seguirá siendo en un futuro previsible un elemento importante de la agenda mundial.

En el OIEA estamos disponibles para ayudar a los países a encontrar las soluciones que mejor se adapten a sus necesidades y prioridades.

*Mohamed ElBaradei es Director General del OIEA. Este artículo se basa en las declaraciones que hizo en Asia en julio de 2007. Correo-e: [official.mail@iaea.org](mailto:official.mail@iaea.org)*