

# LA ENERGÍA NUCLEAR EN LA HORA DE LA VERDAD

## SEIS RAZONES QUE SUSTENTAN EL ARGUMENTO EN PRO DE LA ENERGÍA NUCLEOELÉCTRICA

POR JOHN RITCH III

Con el paso de los años, la simple palabra "nuclear" ha llegado a ser el centro de una polémica aparentemente interminable, cargada de pasiones e ideologías que emanaron, en un principio, de un temor lógico a la guerra nuclear, pero que se convirtieron en un enfrentamiento exaltado, y ahora un tanto institucionalizado, que ha debido enfrentar el discurso público en cuanto a la mejor forma que pueden los países del mundo satisfacer sus necesidades de energía en el siglo XXI.

A lo largo del camino, la sola idea de la energía nuclear devino en un sustituto político y psicológico. El escepticismo con respecto al gobierno, la desconfianza en las grandes empresas, la preocupación por los efluentes industriales tóxicos, un temor subconsciente a un cataclismo, todos esos sentimientos y temores se han hecho realidad para muchas personas en un concepto vago denominado "la industria nuclear". Cuando hablamos de la industria automovilística, de la industria de la confección, la alimentaria o las industrias proveedoras de combustibles fósiles, nos referimos a grandes ramas de la producción y la prestación de servicios a las que están incorporados cientos de miles de empleados que procesan grandes cantidades de productos básicos de alto valor. Los colosales ingresos provenientes de esos productos básicos generan poderosos intereses creados, capaces, en gran medida, de destinar recursos a la defensa de su posición en el mercado y muy dados a ello.

En contraposición a la energía nucleoelectrónica, nos referimos a un producto básico abundante

llamado uranio, cuya característica fundamental radica en que un poco rinde mucho. No cabe duda de que la explotación, elaboración y uso de ese combustible de uranio crea cierto interés económico. Sin embargo, en cuanto a dimensión y alcance, ese interés es exiguo en comparación, digamos, con el carbón, el petróleo o el gas natural. Precisamente porque sólo una pequeña cantidad de uranio relativamente barato contiene energía equivalente a la de un tren cargado de carbón, los intereses económicos creados, presentes en el ciclo del combustible nuclear, son relativamente limitados.

Tal vez se pudiera discurrir que un importante interés creado por el uranio se podría encontrar en el punto de uso final del ciclo del combustible nuclear, en el cual la asombrosa densidad de energía del uranio se aprovecha plenamente. Ahora bien, en su lugar encontramos una entidad denominada compañía que crea un producto genérico denominado electricidad, utilizando, por lo general, diversos combustibles y centrales eléctricas. De ser así, esta compañía de combustibles múltiples quizás prefiera defender la generación de electricidad a partir de la energía nuclear, pero también prefiere defender la generación de electricidad utilizando combustibles fósiles.

Desde luego, esta ambivalencia podría cambiar si hubiera un mercado grande o preferido para un producto denominado "electrici-

dad generada limpiamente". En ese momento, se asignará inmediatamente un valor especial a la electricidad proveniente del uranio. Sin embargo, nuestras sociedades aún se encuentran en las etapas iniciales de la creación de un incentivo de esa índole para el mercado.

Todo lo anterior es una forma de decir que, al examinar la "industria nuclear" como un interés económico creado, uno se tropieza exactamente con lo que Gertrude Stein se encontró en Oakland: no mucho.

En la Asociación Mundial de Energía Nuclear estamos trabajando para unificar y apoyar a las compañías que abarcan la industria nuclear del mundo y promover la tecnología que representan. Sin embargo, a pesar de lo que podrían suponer nuestros opositores ecologistas, no representamos un interés económico amplio. Estamos luchando, al menos, no sólo por una idea, sino también por una industria.

Hoy quiero referirme a que esta es una idea cuyo momento ha llegado: que la energía nuclear a medio siglo de su inicio, ha llegado a la hora de la verdad, en no menos de seis importantes aspectos:

■ **Primero. La tecnología ha alcanzado la mayoría de edad.**

Aún cuando el progreso es cosa del futuro, la energía nucleoelectrónica ha alcanzado una vigorosa madurez, no sólo desde el punto de vista científico, sino también en las instituciones que hemos creado para apoyar y encauzar su uso.

*John Ritch III es el Director General de la Asociación Mundial de Energía Nuclear. El presente artículo se basa en el discurso que pronunció ante la Sociedad Británica de Energía Nuclear con motivo de la celebración del 40º Aniversario en Londres en julio de 2002. Para más información sobre la energía nuclear, consulte el sitio web de la WNA en [www.world-nuclear.org](http://www.world-nuclear.org)*

▣ Segundo. A escala nacional, los temas claves que comprometen la energía nuclear exigirán en breve la adopción de una decisión. En Gran Bretaña, como principal ejemplo, la necesidad de tomar medidas decisivas en cuanto a la energía nucleoelectrica ha llegado a un momento crítico, como pronto ocurrirá en otros países.

▣ Tercero. Los suministros de combustible fósil podrían resultar sencillamente inadecuados para satisfacer las necesidades mundiales de energía. Pronosticamos ahora un futuro a escala mundial en el que la demanda de energía será tan colosal que tal vez sea necesario aumentar considerablemente la energía nucleoelectrica, aun dejando a un lado los aspectos medioambientales.

▣ Cuarto. Las formas beneficiosas de emplear la energía nucleoelectrica pronto se multiplicarán. El mundo está entrando en una época en la que probablemente se diversificará la función de la energía nucleoelectrica: de suministrar sólo electricidad a apoyar otros dos elementos muy importantes de la economía mundial, a saber, el transporte propulsado por hidrógeno y la obtención de agua salubre por desalación.

▣ Quinto, y de gran importancia. Un viraje trascendental hacia la energía nucleoelectrica es ahora ecológicamente indispensable. Cuando enfrentamos lo que posiblemente sea la mayor crisis de la historia humana —el constante debilitamiento de la biosfera terrestre debido a la actividad económica— el mundo sencillamente no puede conciliar las necesidades de los seres humanos y la seguridad del medio ambiente sin depender grandemente de la energía nucleoelectrica.

▣ Sexto. Esta hora de la verdad para la energía nucleoelectrica exige que se diga la verdad. Teniendo en cuenta que la conciencia pública y la decisión política constituyen una necesidad imperiosa, los que pueden hacerlo deben exponer ahora los

argumentos a favor de la energía nucleoelectrica de manera convincente, sin apología o subterfugio y con efecto persuasivo. Mucho depende de que se fomente el conocimiento y la voluntad de emplear la tecnología nuclear en beneficio de todos.

Permítanme referirme a cada uno de esos seis aspectos de la energía nucleoelectrica en lo que describo como el momento de la verdad.

**Madurez tecnológica.** Con ello no quiero decir vejez, sino más bien el surgimiento de una adolescencia prolongada llena de molestias cada vez mayores.

A lo largo de su historia, se han relacionado a la energía a la energía nucleoelectrica con cuatro esferas: la proliferación, la seguridad operacional, los desechos y el costo.

Durante los últimos cincuenta años —de hecho, a partir del discurso "Átomos para la paz" pronunciado hace 49 años por el Presidente Eisenhower—, la ciencia y la diplomacia se han unido para lograr grandes progresos en las cuatro esferas. Esos progresos han contribuido a crear una sólida base para ampliar considerablemente el empleo de la energía nucleoelectrica en el siglo XXI.

Al refrenar los peligros que constituyen las armas, el Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares representa un éxito trascendental en la historia de la diplomacia. Todos los países, menos tres, ahora son partes en el Tratado, y todos los países, menos ocho —aquellos tres y los cinco que, según el Tratado, son reconocidos como Estados poseedores de armas nucleares—, están sometidos a las salvaguardias totales destinadas a impedir y detectar cualquier intento de fabricar armas nucleares.

En el decenio de 1990, el descubrimiento del programa secreto del Iraq para fabricar la bomba motivó a que se fortalecieran esas salvaguardias a medida que el OIEA adquiría tecnologías de detección mejoradas,

un acceso ampliado a las fuentes de información nacionales y una mayor autoridad en el campo de la investigación.

El TNP no constituye —ni podría constituir— una garantía contra cualquier amenaza de actividad nuclear ilícita. En cambio, constituye una garantía contra cualquier peligro real de que se utilice un programa de energía nucleoelectrica del sector civil como fuente encubierta para desarrollar armas ilícitas. El TNP ha creado un muro de confianza en cuanto a que la producción de energía no contaminante a partir de energía nucleoelectrica no estimulará a las personas malintencionadas.

En todo caso, lo que podría haber ahora es un vínculo defensivo útil, y no peligroso —de manera que la vigilancia mundial del OIEA, que requiere el uso de la tecnología nuclear con fines pacíficos, contribuye ahora a propiciar un sistema de alerta temprano contra usos ilícitos.

En la práctica, el aspecto de la proliferación sencillamente no ocupa el lugar que merece cuando hablamos de emplear la energía nucleoelectrica para satisfacer necesidades mundiales de energía no contaminante. La mayor parte del consumo actual de energía tiene lugar en los países que ya poseen armas nucleares o en los que se puede confiar por ser partes de buena fe en el TNP. Además, China y la India son, los principales mercados desde el punto de vista del crecimiento en materia de consumo energético, y esos dos países ya poseen armas nucleares.

En resumen, en los casos en que la energía no contaminante proveniente de la energía nucleoelectrica sea lo más importante, la proliferación no constituye ni siquiera un problema.

---

*Los delegados a la Conferencia General del OIEA celebrada en septiembre de 2002 en la República de Corea, asisten a una reunión de información sobre la energía nuclear. (Cortesía: Calma/OIEA)*

Pasando a la seguridad operacional, el progreso es igualmente notable. La creación de la Asociación Mundial de Explotadores de Centrales Nucleares (AMEIN) constituye un logro extraordinario en la diplomacia del sector privado, al establecer una segunda gran institución nuclear paralela al OIEA.

La práctica de seguridad impecable debe ser siempre la mayor necesidad imperiosa de la industria nuclear. Por intermedio de su red de intercambio técnico y del examen por homólogos en todas las centrales nucleares del mundo, la AMEIN no sólo ha elevado las normas, sino que también ha institucionalizado una cultura de la seguridad nuclear mundial.

En cuanto a los desechos —que es, en realidad, la mayor ventaja comparativa de la energía nucleoelectrónica—, durante mucho tiempo se ha tratado de una cuestión más bien de política que de ciencia. Se están considerando dos acontecimientos que mejorarán esta política.

El primero es un creciente reconocimiento del público de que, en efecto, esta ventaja comparativa sí existe: de que la cuestión de los desechos, lejos de ser exclusiva de la energía nucleoelectrónica, es la debilidad fundamental y, casi sin duda, irremediable del combustible fósil.

El segundo acontecimiento es el progreso que se realiza para demostrar con hechos la factibilidad de la disposición final de los desechos nucleares. La votación abrumadora el año pasado en el parlamento finlandés, las decisiones tomadas este año con respecto al repositorio de Yucca Mountain en los Estados Unidos, y los progresos que se realizan en Suecia en cuanto a la aceptación por parte de la comunidad de un emplazamiento permanente de disposición final.

La unión de la autoridad moral de Escandinavia y el liderazgo tecnológico de los Estados Unidos enviará un mensaje al mundo: que los países deberán, y pueden, tomar medidas raciona-

les para la disposición final permanente de desechos nucleares.

Esos progresos no excluyen el surgimiento futuro de emplazamientos de disposición final regionales. Sin embargo, esos otros progresos sólo se pueden lograr después de ratificar el principio de responsabilidad nacional. Sólo con medidas nacionales puede lograrse que la cuestión de la disposición final pase del terreno de la polémica persistente al de la normalidad aceptada. Este movimiento ya está en marcha.

Podemos esperar y suponer que esas novedades recientes darán valor a los gobiernos de países como Gran Bretaña, donde la falta de determinación en cuanto a los desechos sigue pesando sobre la decisión razonable acerca del futuro de la energía nucleoelectrónica.

Con referencia al cuarto aspecto, el costo y la competitividad, todos los factores son positivos. Los factores internos de la industria deben reducir los costos, mientras es probable que los externos aumenten los costos en otros lugares.

Dentro de la industria, la multiplicidad de diseños de reactores que caracteriza el primer medio siglo de la energía nucleoelectrónica ahora dará paso a una era de normalización que reducirá inevitablemente los costos de construcción.

A tono con lo anterior, varios factores están contribuyendo a reducir los gastos de explotación: la experiencia práctica de medio siglo, los del aumento de la capacidad estimulados por la liberalización, el intercambio tecnológico mundial propiciado por la AMEIN y la eficacia de los diseños de nuevos reactores.

Entre tanto, a diferencia del combustible fósil, el uranio sigue siendo un factor de bajo costo con un precio predecible. Aun cuando la energía nucleoelectrónica se desarrollara mucho, no es probable que el precio del material fisiónable aumente los costos totales, sobre todo con el desmantelamiento de las armas, que complementa considerablemente las

reservas conocidas. Hoy día, una de cada 10 bombillas estadounidenses se alimenta de combustible procedente de ojivas soviéticas.

En el momento en que tal vez surja algún problema relacionado con el costo del combustible, el mundo deberá estar preparado políticamente para utilizar reactores reproductores que extraen, al menos, 50 veces más electricidad del combustible de uranio. El adelanto tecnológico, asociado a la necesidad económica, también podría abrir la posibilidad de extraer uranio del agua de mar.

En el caso de los competidores, es probable que las fuentes de energía renovables sigan dependiendo de una fuerte subvención, ya que su rendimiento es limitado; aunque no cabe duda de que los combustibles fósiles estarán casi, cada vez más expuestos a los aumentos de los precios y a la inestabilidad, así como a las preocupaciones por la seguridad en materia de energía y por el medio ambiente.

En cuanto a cómo una medida gubernamental podría afectar el mercado, cualquier sistema racional para restringir el carbono —ya sea por un impuesto directo sobre el carbono o por derechos de emisión— aumentará el costo del combustible fósil y mejorará la competitividad de la energía nuclear.

Sólo un sistema irracional de control del carbono —como un gravamen del cambio climático que incluye la energía nucleoelectrónica—, no mejorará el costo comparativo de la energía nucleoelectrónica. En vista de las necesidades imperiosas ambientales de hoy día, cualquier plan que ponga en desventaja una importante fuente energética "no contaminante" constituye una deformación de la política pública.

En términos generales, se ha dado respuestas firmes y convincentes a las interrogantes tradicionales acerca de la energía nucleoelectrónica: la proliferación, la seguridad, los desechos y el costo. Basándose ahora en más de

10 000 años-reactor de experiencia y evolucionando aún como una tecnología fuerte, la energía nucleoelectrica ha alcanzado las primeras fases de una madurez pujante, es decir, está lista y es capaz de producir energía sin contaminación y con seguridad en una escala general de límites infinitos.

**La energía y la seguridad del medio ambiente.** El segundo aspecto de esta hora de la verdad es la imperiosa necesidad nacional —de muchos países—, de hacer frente a las exigencias de la energía y la seguridad ambiental que, en definitiva, no se pueden enfrentar sin la energía nucleoelectrica.

En ninguna otra parte esto es más cierto que en Gran Bretaña. Siempre este país ha estado dotado de abundante energía fósil que sustentó su revolución industrial y apoyó su prosperidad desde entonces. Sin embargo, Gran Bretaña inicia el siglo XXI con reservas limitadas de combustible fósil y el reto de dirigir una economía moderna de alta energía con la seguridad en materia de energía, aire limpio y una reducción sostenida de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Diez años atrás, en la generación de electricidad en Gran Bretaña predominaba el carbón nacional, y la energía nuclear suministraba alrededor del 25% de la energía eléctrica. Un decenio después, la "fiebre del gas" ha dado lugar a un equilibrio aproximado entre el carbón, el gas y la energía nuclear. Se ha registrado cierta reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero, aunque al importante costo de que las otrora ricas reservas del precioso gas natural de las que Gran Bretaña disponía ahora están en buena parte agotadas.

De acuerdo con las hipótesis actuales de que tanto el carbón como la energía nuclear se dejarán de producir en 2025, Gran Bretaña puede esperar un futuro en el que la electricidad provendrá principalmente del gas natural importado a través de miles de millas de oleoductos desde Rusia, el Oriente

Medio y Africa Septentrional, complementado con una pequeña cuota, aún desconocida, de fuentes de energía renovables.

Ante esa perspectiva, Gran Bretaña habrá pasado, exactamente en un tercio de siglo, de la soberanía plena en lo que concierne a la energía a la dependencia total de fuentes externas inestables, complementadas por fuentes internas sólo disponibles con irregularidad.

Como alternativa a este futuro de vulnerabilidad, British Energy, mayor generador del Reino Unido, ha sugerido la idea de que Gran Bretaña debe "sustituir la energía nuclear con energía nuclear". Este sensato mensaje se puede sustentar con los sólidos argumentos de que la "innovación" tendrá lugar en los actuales emplazamientos de disposición final, usará las líneas de transmisión existentes, mantendrá la continuidad del empleo y gozará de aceptabilidad política en comunidades locales que ya lo apoyan.

La "sustitución de la energía nuclear con energía nuclear" también tiene la ventaja política de que no parece ambiciosa. British Energy ofrece un futuro en el que la cuota de electricidad proveniente de la energía nuclear sencillamente se mantiene en el 25%, mientras las fuentes de energía renovables llegan a asumir una cuota creciente de la electricidad que ahora el carbón proporciona.

Alcanzar incluso este objetivo no será una hazaña de poca monta. Para sustituir las viejas centrales nucleares de Gran Bretaña se debe empezar a trabajar pronto a fin de construir diez reactores de un gigavatio en un período de 20 años, empresa que el director gerente de British Energy, Robin Jeffrey, califica como "uno de los más grandes proyectos de infraestructura que se haya acometido en el Reino Unido".

En vista de la inminente perspectiva de una dependencia energética peligrosa —y de la necesidad de energía nuclear para dar un giro político hacia la revitaliza-

ción—, la propuesta de British Energy es modesta y muy válida.

Sin embargo, una medida de la difícil situación que está atravesando Gran Bretaña es que hasta este vasto programa de innovación nuclear sería, de hecho, sólo un primer paso en una estrategia acertada para satisfacer las necesidades de este país en cuanto a seguridad energética y medio ambiente.

Aún "sustituyendo la energía nuclear con energía nuclear", el sector del transporte de Gran Bretaña seguirá dependiendo totalmente de fuentes externas, el de la electricidad, casi en el 50%, y —muy en particular— los niveles de emisión aún mucho más altos de lo que, a la larga, cualquier régimen ambiental sensato debe necesitar.

Cada país tiene su propio perfil de consumo de energía. Sin embargo, el ejemplo de Gran Bretaña pone de relieve el segundo aspecto de esta hora de la verdad. Al comenzar el siglo XXI, la imperiosa necesidad energética y ambiental de un país como Gran Bretaña exige un viraje —de proporciones significativas y estables— hacia la energía nucleoelectrica.

**Demanda mundial de energía.** El tercer aspecto de esta hora de la verdad es que tal vez ahora, estemos entrando en un era en la que los suministros mundiales de combustible fósil —con o sin restricciones ambientales— son sencillamente insuficientes para satisfacer la demanda mundial de energía.

La cuestión de las reservas de energía obtenida a partir del carbono es uno de los temas más controvertidos de la industria energética; además, la necesidad de actuar con cautela surge de los resultados imprecisos de pronósticos anteriores que, a menudo, han sido refutados más bien por un aumento estable que por un agotamiento de las reservas de combustible fósil que se conocen.

Ese aumento de las reservas ha reafirmado la confianza de quienes



se inclinan a suponer que la fuerza del mercado siempre nos librará de los déficit, o sea, que cualquier aumento de la escasez de combustible fósil generará su propio remedio, pues la subida de los precios reduce la demanda y estimula los nuevos esfuerzos dirigidos a explotar los recursos que se conocen y encontrar otros.

Sin embargo, hasta en la industria petrolera hay algunos que empiezan a creer que tal vez esa confianza no venga al caso ahora. Hace poco, el presidente de la Asociación Francesa de Profesionales del Petróleo, Pierre-Rene Bauquis, presentó un importante documento en el que hace una nueva valoración de la oferta y la demanda de energía a escala mundial en los próximos cincuenta años.

El punto clave en este análisis radica en que los aumentos anteriores de las reservas identificadas, constituyeron en su mayor parte, un fenómeno sui generis en el que se ajustaron al alza los recursos conocidos en cuanto a cantidad y accesibilidad.

Lo que resulta de este análisis es que esta vez, de hecho, el peligro podría ser inminente.

El análisis comienza con una proyección generalmente aceptada de que la demanda mundial de energía se duplicará y, posiblemente, se triplicará en el año 2050.

El análisis se torna interesante en la proyección de los límites al aumento del combustible fósil, aunque no haya limitaciones impuestas por consideraciones ambientales.

En los próximos 50 años se proyecta que la producción de carbón y gas solo podrá duplicarse, mientras la producción de petróleo primero aumentará y después caerá por debajo de los niveles actuales.

Si esto sucede, la producción total de combustible fósil puede aumentar sólo en 50% ante una demanda mundial de energía que se duplica o triplica.

Este escenario deja un enorme vacío energético que se llenará

con energía nuclear y fuentes de energía renovable. Si entonces aplicamos criterios realistas sobre el crecimiento potencial de las fuentes de energía renovable, la energía nucleoelectrica debe aumentar en un factor de entre 7 y 20 veces en los próximos cincuenta años.

Ello significaría que en el mundo habría entre 3 000 y 8 000 reactores de 1 gigavatio, lo que requiere en los próximos 50 años un ritmo de construcción de centrales eléctricas no menor de una por semana como mínimo y hasta una cada dos días como máximo.

Esta proyección sugiere la importante posibilidad de que tal vez no sólo la política ambiental, sino también una verdadera restricción de la disponibilidad de combustible fósil impulsen un viraje de gran envergadura hacia la energía nucleoelectrica en los próximos decenios.

**Diversificación.** El cuarto aspecto de este nuevo período de la energía nucleoelectrica es la diversificación del propósito.

En los últimos años, como el concepto de desarrollo sostenible ha obtenido aceptación en el mundo, los partidarios de la tecnología nuclear han promocionado con razón, sus enormes posibilidades como fuente de electricidad generada sin contaminación.

Los defensores también señalan un impresionante conjunto de aplicaciones nucleares que pueden hacer un aporte altamente eficaz en función de los costos al desarrollo sostenible empleando la radiación y los radioisótopos para contribuir al aumento y la preservación de los alimentos, perfeccionar el control de calidad en la industria, apoyar el análisis ambiental, mejorar la nutrición, proteger el ganado y diagnosticar y tratar las enfermedades humanas.

En ambos terrenos —la electricidad y las aplicaciones técnicas— el aporte de la ciencia nuclear puede ser inmenso.

Sin embargo, como vemos con más claridad nuestro concepto

de futuro sostenible, empezamos a prever otras dos funciones fundamentales de la energía nucleoelectrica, cada una de las cuales requiere energía no contaminante en las enormes cantidades que sólo la energía nucleoelectrica puede suministrar.

La primera es la desalación para obtener agua limpia. No sólo en el Oriente Medio, sino también en muchas otras regiones muy pobladas del mundo, el régimen de consumo de agua potable ahora supera considerablemente el reabastecimiento de agua, creándose la impresión de que dentro de los próximos 25 años, más de la mitad de la población mundial pudiera enfrentar una grave escasez de agua dulce.

La energía nucleoelectrica ofrece la opción más amplia de que se dispone para producir agua potable en gran escala sin exacerbar la agresión del ser humano contra el medio ambiente.

Se puede lograr producir agua limpia por desalación con energía nuclear a partir de proyectos independientes con técnicas que ya se conocen bien.

En comparación, la segunda nueva función potencialmente inmensa de la energía nucleoelectrica —el uso de la energía nuclear en apoyo al transporte accionado por hidrógeno— surgirá de un proceso de cambio sistémico radical en las economías modernas. Sin embargo, un cambio así ya puede vislumbrarse en el horizonte.

La forma más sencilla de pensar en ello es que el transporte del futuro en una sociedad basada en la energía no contaminante funcionará, sobre todo, con electricidad, y que las baterías y el hidrógeno serán las formas de almacenar esa electricidad. Sólo la energía nucleoelectrica puede suministrar las enormes cantidades de energía primaria no contaminante que requerirá este sistema.

El hidrógeno también se puede consumir sin utilizar la electricidad, y sin emisiones de carbono, en un motor normal de combus-

ción interna, y muchos automóviles de prueba ya están equipados así. No obstante, es probable que el principal uso del hidrógeno sea en celdas de combustible que catalizan la oxidación del hidrógeno para convertirlo directamente en electricidad.

El hidrógeno se puede almacenar en refrigeración criogénica a una temperatura muy baja, a alta presión o químicamente como los hidruros. En cuanto a los automóviles, se considera que el almacenamiento de hidruros tiene las mayores posibilidades.

Se espera que en 2004 estén en el mercado de vehículos automotores los primeros automóviles eléctricos de celdas de combustible de hidrógeno.

Ya hay una industria mundial muy importante que suministra hidrógeno como sustancia química utilizada en la producción de fertilizantes nitrogenados y en la conversión de petróleo crudo de baja ley en combustible para transporte. Sin embargo, este hidrógeno se hace con gas natural, lo que da lugar a emisiones de CO<sub>2</sub>.

Para producir hidrógeno sin contaminación en gran escala cabe pensar en dos procesos de propulsión nuclear. A corto plazo, el hidrógeno se puede producir de manera económica por electrolisis del agua, utilizando energía nucleoelectrónica en horas de menor consumo. En el futuro, una posibilidad muy importante es la conversión termoquímica directa del agua utilizando reactores de alta temperatura.

Por supuesto, la distribución de hidrógeno en grandes cantidades para apoyar un sistema completo de transporte exigirá cambios importantes en la infraestructura. Ahora bien, los usos del hidrógeno no relacionados con el transporte inducirán esa transición.

Por ejemplo, en los Estados Unidos, ya existe un importante sistema de distribución de hidrógeno mediante oleoductos que permiten que las instalaciones de

producción estén distantes de los usuarios.

Otro paso de transición hacia un sistema íntegro de distribución de hidrógeno se deriva del hecho de que el hidrógeno se puede utilizar para pequeñas instalaciones generadoras independientes.

Por ejemplo, en un complejo residencial o de oficinas grande, tal vez sea económico producir hidrógeno in situ utilizando electricidad barata en horas de menor consumo y después convertir ese hidrógeno en electricidad para ahorrar dinero en los períodos de mayor consumo. Entretanto, zonas urbanas y suburbanas como esta podrían desempeñar la doble función de puntos de distribución local en los inicios del transporte accionado con hidrógeno.

Una de las ventajas del vínculo entre la energía nuclear y el hidrógeno es la armonía que se establece entre la generación de electricidad y la producción de hidrógeno. Hasta este momento, se ha considerado únicamente que la energía nucleoelectrónica proveedora de carga de base de electricidad. El uso del hidrógeno para almacenar energía para el transporte abre la posibilidad de explotar centrales nucleares para satisfacer la demanda de electricidad a niveles superiores —hasta en períodos de volumen máximo de trabajo— utilizando todo el excedente de energía para producir hidrógeno.

Por supuesto, el desplazamiento de una economía basada en el hidrógeno, exigirá un importante impulso de parte del gobierno a modo de usos u otras restricciones y penalidades establecidas por mandato en cuanto al carbono. Sin embargo, una vez en marcha —tan pronto como el rumbo se haya determinado y ampliamente entendido— se puede esperar que las ingeniosas fuerzas creadoras del mercado libre emprendan el vuelo para adentrarnos en ese futuro a una velocidad que podría ser impresionante.

En efecto, esa transición hacia una economía que funciona sin

energía contaminante —que incorpora plenamente el principio del hidrógeno producido con energía nucleoelectrónica— es precisamente el tipo de visión que puede entusiasmar y motivar a toda una nueva generación de ambientalistas, científicos y empresarios.

**Cambio climático catastrófico.** Esta concepción apunta al quinto y más profundo aspecto de la energía nucleoelectrónica en esta hora de la verdad: su función imprescindible si es que el mundo se propone evitar un cambio climático catastrófico.

Pasar a una economía sostenible exigirá muchos cambios en la tecnología y la conducta humana. Sin embargo, ningún aspecto del logro de la sostenibilidad es más esencial que producir grandes cantidades de energía no contaminante para la creciente población mundial.

En un escenario no realista, este reto puede enfrentarse sin otorgar una función fundamental a la energía nuclear, y sin un inmenso crecimiento mundial en la industria que la proporciona.

Pocos hechos sencillos captan las dimensiones del reto mundial. Habitados como estamos a la vieja geopolítica de la Guerra Fría, hemos demorado en reconocer que esos hechos constituyen ahora las realidades predominantes de la geopolítica del siglo XXI. Son hechos a los que ningún país puede escapar:

■ En primer lugar, en los próximos 50 años, la población mundial crecerá de 6 000 a 9 000 millones. En un mundo donde la miseria humana ya está extendida y generalizada, las necesidades insatisfechas del hombre se multiplicarán de manera drástica.

■ En segundo lugar, de aquí a 2050, a medida que los países procuran satisfacer las necesidades de esta población que crece vertiginosamente, el consumo mundial de energía se duplicará y, posiblemente, se triplicará. En ese período limitado, la humanidad consumirá más energía que

el total de la que consumió en toda su historia anterior.

■ En tercer lugar, la tasa mundial de las emisiones de CO<sub>2</sub> —que ya asciende a 25 000 millones de toneladas anuales u 800 toneladas por segundo— sigue en aumento. La acumulación de gas de efecto invernadero prevista crecerá durante el siglo XXI, a más del doble del nivel alcanzado en la etapa preindustrial.

■ En cuarto lugar, para estabilizar los gases de efecto invernadero, incluso en ese nivel tan alto y posiblemente peligroso, se requiere reducir las emisiones mundiales en 50%. Los países en desarrollo no podrán evitar emitir más gases de efecto invernadero. Por tanto, cualquier esperanza de conjurar un cambio climático catastrófico depende de que los países industrializados reduzcan las emisiones en 75%.

Esos hechos —apenas poco comprendidos por muchos de los principales dirigentes— nos indican que si la historia es un río, la humanidad está a punto de llegar al rompiente.

El Protocolo de Kyoto constituye un modesto paso hacia la adopción de medidas mundiales con relación al medio ambiente. Ahora bien, como sus objetivos limitados y el éxito dudoso se ponen de manifiesto de forma tan fehaciente, nuestras instituciones gubernamentales acaban de comenzar a responder a los grandes retos mundiales que ahora exigen un papel predominante para la energía nucleoelectrónica.

Un régimen climático serio —si se ha de desarrollar— debe ir más lejos que el establecido en Kyoto, abarcando a todos los países y empleando algunas variaciones del concepto conocido como "contracción y convergencia":

■ *Por contracción* se entiende que en el presente siglo debemos trazar una trayectoria que reducirá el total de emisiones en el mundo al menos en 50%, mientras aumentan las poblaciones y las economías.

■ *Por convergencia* se entiende que entre tanto, debemos admitir el principio de que toda persona en la Tierra tiene derecho a un nivel de emisiones per cápita igual.

Dicho de manera tan descarnada, el objetivo de lograr una contracción del 50% parece draconiano, mientras el principio de igual derecho a las emisiones parece utópico. De hecho, ambos conceptos son sumamente realistas.

En cuanto a la contracción, sólo una reducción de las emisiones en 50% ofrece alguna esperanza de impedir un cambio climático catastrófico. Con esta restricción —que supone una reducción de 75% en las economías avanzadas actuales— lo más que se logra es estabilizar los gases de efecto invernadero en el mundo en un nivel de más del doble del que había hace exactamente dos siglos.

En cuanto a la convergencia, ninguna otra cosa que no sea el principio de igual derecho a las emisiones ofrece una base para el consenso mundial del que debe depender un régimen climático eficaz. Igual derecho no significa emisiones iguales; es más bien la base para una distribución de derechos a partir de la cual se puede estructurar un sistema justo y racional de intercambio de derechos de emisión.

Un sistema basado en ese principio —y me atrevo a decir que sólo un sistema basado en ese principio— se puede destinar a la creación del sentido de equidad, la predictibilidad y los incentivos económicos sanos que se necesitan para transitar sin problemas hacia un futuro de energía no contaminante. Esos incentivos pueden funcionar de manera constructiva tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo.

En este esquema, el sentido de equidad y predictibilidad se crean ya desde el principio del régimen. En un momento acordado, la población de un país sería la base

para establecer el límite de sus emisiones a largo plazo, alrededor del cual estaría comprometido a seguir una trayectoria estable.

Para facilitar una transición sin tropiezos y económicamente racional hacia ese objetivo, el intercambio de derechos de emisión permitiría a los países y sociedades trazar su mejor trayectoria, vendiendo permisos, cuando sea posible, y comprándolos cuando sea necesario.

El índice de convergencia a un nivel común se diseñaría para garantizar que, durante una transición prolongada, para los países ya industrializados en su totalidad sea ventajoso comprar permisos de emisión a países menos desarrollados.

Este flujo de capital podría satisfacer el interés común por el desarrollo sostenible —y la estabilidad climática— financiando una infraestructura basada en la energía no contaminante en los países en desarrollo.

Estructurar este régimen está al alcance de la inteligencia humana. De hecho, su sencillez y viabilidad contrastan favorablemente con el caos, el desplazamiento social, el gasto enorme y la miseria humana que podría acarrear el cambio climático desmedido, a lo que ningún país sería inmune. Si alguna vez la corriente del Golfo cambiara su rumbo, como temen algunos científicos, la población de Gran Bretaña podría enterarse enseguida de lo que significa vivir en Laponia.

El avance inestable del mundo hacia el logro de cualquier régimen semejante ha sido una razón sólida para preocuparse.

Como la atención se ha centrado tanto en la política estadounidense, cabe mencionar que el concepto esencial del intercambio de derechos de emisión constituyó un valioso aporte de los Estados Unidos al proceso del cambio climático, derivado de la lograda experiencia de ese país con nuestra Ley de protección de la calidad del

aire y se introdujo en el Protocolo de Kyoto enfrentando una tenaz oposición por parte de los ecologistas europeos, quienes opinan que nada puede salir bien sin ocasionar dificultades a la colectividad.

Me apresuro a agregar que la política estadounidense actual, o la ausencia de ella, constituye una renuncia indigna al liderazgo que debe enmendarse, ya sea por el presidente Bush o su sucesor. Si, en efecto, el Protocolo de Kyoto tiene imperfecciones, como es efectivamente el caso, los Estados Unidos le debe al mundo una contrapropuesta profundamente razonada, en lugar de insistir en negar que el problema del cambio climático aún persiste.

En esta etapa de poco sirve pensar demasiado en si los Estados Unidos ratificarán el Protocolo de Kyoto. De hecho, las oportunidades son nulas y, aunque se aplicara plenamente, los compromisos inherentes al Protocolo de Kyoto representan un progreso insuficiente e incoherente hacia objetivos a largo plazo que se pueden llevar adelante con éxito sólo mediante una estrategia de elevado diseño.

Es hora de empezar a mirar *más allá de Kyoto* y preguntar qué tiempo les tomaría a todos los países del mundo —industrializados y en desarrollo— contraer el tipo de compromisos de gran alcance plasmados en el concepto de "contracción y convergencia".

Yo afirmaré que el principal obstáculo radica no en este modelo básico que ya ha demostrado ser muy atractivo, sino más bien en la ausencia de una visión generalmente aceptada de cómo se podrían cumplir de manera objetiva esos compromisos.

Una vez que una parte importante de la opinión pública mundial preste atención a esa visión —y sólo entonces— tendremos el fundamento político imprescindible para los trascendentales compromisos que este problema exige con tanta urgencia.

**Exposición de los argumentos.** *La necesidad imperiosa de esta*

*visión clara y realista nos lleva al sexto aspecto de la energía nucleoelectrónica en esta hora de la verdad: el requisito indispensable de que los argumentos a favor de la energía nuclear se expongan ahora de manera convincente y con valentía política.*

La energía nuclear enfrenta hoy dos barreras:

■ Uno de ellos consiste en que se persiste en suministrar información errónea sobre la propia tecnología, la cual abarca todas las cuestiones conocidas —y el folklore— relacionadas con la seguridad, los desechos, la proliferación y el costo.

■ Un segundo obstáculo es que no se valora completamente, ni siquiera al más alto nivel del gobierno, de toda la gravedad del problema mundial que exige con urgencia el aporte en gran escala de la energía no contaminante, que sólo la energía nucleoelectrónica puede hacer.

En muchos países, esos dos obstáculos suelen asociarse a dos aspectos del espectro político. Observamos que la izquierda política muestra una oposición a la tecnología nuclear y que la derecha política se opone a encarar con decisión los grandes problemas del medio ambiente y el desarrollo, que para resolverlos debe emplearse la energía nuclear.

Para decirlo con toda claridad, la derecha política aún no ha aceptado el problema, y la izquierda no ha adoptado aún la tecnología que es imprescindible para la solución del problema.

Una parte de este síndrome —indiferencia ante el problema— se refleja en la actual política estadounidense.

La otra parte —un enfoque descabellado respecto de la solución— se encuentra entre muchos de los participantes en las negociaciones sobre el cambio climático. Con sincera convicción nos instan a resolver un problema enorme y muy real. No obstante, la visión que ofrecen a modo de solución —una combinación de conservación y un paisaje salpica-

do de molinos de viento— está más bien arraigada en una ideología romántica que en la realidad.

Lo que nuestro mundo necesita hoy desesperadamente es una síntesis constructiva. Nuestro objetivo debe ser establecer un conjunto de opinión sólida y creciente —entre ciudadanos y políticos pasando por todo el espectro político— que admita toda la gravedad del problema que enfrentamos, a la vez que se adopte una visión que sea tecnológicamente viable.

Ya se dispone de esa visión que se refleja en una sociedad futura que evoluciona hacia una alta dependencia de la energía nucleoelectrónica y las fuentes de energía renovables para suministrar electricidad directamente y por medio del hidrógeno a fin de satisfacer sus amplias necesidades de energía.

En la creación de una coalición política que apoye esa visión, la batalla se debe llevar a cabo —ante todo, a nivel nacional— en todos los países del mundo. Dados el prestigio y la influencia de Gran Bretaña como líder mundial, una organización como la Sociedad Británica de Energía Nuclear (BNES) puede ser de inmenso valor.

Tradicionalmente, puede que haya sido suficiente considerar a la BNES una sociedad erudita. Ahora bien, es justo decir que la historia los convoca a desempeñar un papel más activo. Ustedes son los guardianes de una tecnología que su propio país y el mundo necesitan en un grado mucho mayor de lo que se suele comprender. Por tanto, les corresponde alistarse como tropas de primera línea en la batalla por la comprensión y el apoyo del público.

Nuestro objetivo en la Asociación Mundial de Energía Nuclear es ayudarlos a ustedes y a otros —de todas las formas posibles— a llevar a cabo esta batalla hasta la victoria total.

No considero nada exagerado decir que el futuro mismo de nuestro mundo depende de ello. □