Energía Nuclear

Marcel Coderch *es doctor por el Instituto Tecnológico de Massachusetts y secretario de la Asociación para el Estudio de los Recursos Energéticos (AEREN).*

En medio de la polémica sobre el continuo encarecimiento del petróleo y el gas natural y el calentamiento global del planeta, la opción nuclear vuelve con fuerza, sobre todo en China y EE UU. Sin embargo, siguen sin resolverse los problemas que frenaron su desarrollo y que provocaron su lenta agonía.

"Hay que consumir menos energía"

Cierto, si queremos mantener el modelo de crecimiento actual. Tanto porque se agotan los recursos fósiles (petróleo, gas y carbón) como para evitar un cambio climático, la comunidad internacional se enfrenta, en este siglo, a una necesidad ineludible: sustituir progresivamente este tipo de combustibles por otras fuentes energéticas. De ahí el creciente interés por las energías renovables y, sobre todo, por la nuclear.

La estabilidad del sistema económico mundial descansa en un crecimiento sostenido que se prevé alcance una media anual del 3,2% en el periodo 2002-2030. En las últimas décadas, la demanda energética se incrementó proporcionalmente a la subida del Producto Interior Bruto (PIB) mundial: a partir de 1971, por cada 1% de crecimiento del PIB, el empleo de energía primaria aumentó en un 0,6%. Y, aunque se ha reducido la intensidad energética de algunas economías, no se ha logrado reducir el gasto total.

Para el periodo comprendido entre 2002 y 2030, la Agencia Internacional de Energía (AIE) pronostica un incremento de casi el 60% en la demanda de energía primaria y del 100% en el apetito eléctrico. Se prevé que el petróleo, el gas natural y el carbón cubran el 85% del aumento de las necesidades, y que el empleo de *oro negro* se amplíe un 1,6% anual para abastecer el 95% del transporte global. Y este *crescendo* continuado supone una subida equivalente de las emisiones de CO2, que, según la agencia, se situarán en 2030 un 62% por encima de los niveles de 2002. Sin embargo, dos realidades físicas pueden convertir este escenario en *papel mojado*. En primer lugar, el continuo encarecimiento del petróleo, que evidencia una cada vez mayor dificultad para incrementar, año tras año, la producción al ritmo que marca la demanda. Empieza a extenderse el convencimiento de que en los próximos 10 o 15 años, si no antes, se alcanzará el punto de máxima producción mundial, y la disponibilidad del hidrocarburo disminuirá en un 2% o un 3% anual.

Por otro lado, la acumulación de dióxido de carbono en la atmósfera amenaza con desestabilizar el sistema y con producir un cambio global de temperaturas comparable al de la última glaciación, aunque de sentido contrario, con tremendas consecuencias económicas y sociales. Para estabilizar su presencia en niveles que no desencadenen cambios climáticos profundos, habría que cubrir todo el crecimiento energético previsto con fuentes que no emitan anhídrido carbónico, algo del todo imposible si se cubre este incremento con combustibles fósiles. Éste es el principal argumento de los defensores de la opción nuclear, ya que ésta no genera este tipo de contaminación en la fase de generación de electricidad, aunque sí en el resto del ciclo nuclear: construcción, combustible, residuos y desmantelamiento, un aspecto que se suele olvidar.

"EE UU y China lideran el 'revival' nuclear"

Es verdad. Es de todos conocido que la Administración Bush se ha negado a ratificar el Protocolo de Kioto y a promover medidas de ahorro de energía por considerar que afectarían negativamente al crecimiento económico y al modo de vida de sus ciudadanos. Estados Unidos sigue apoyándose en un uso masivo de combustibles fósiles, apostando por que puedan algún día ser sustituidos por el hidrógeno, la energía nuclear y los materiales sintéticos obtenidos del carbón.

Así, el pasado enero, el entonces secretario estadounidense de Energía, Spencer Abraham, invitó a los profesionales de la industria nuclear a "defender con convicción la resurrección" de este tipo energía, diciéndoles que "tenían que poner el énfasis" en que sin un incremento de la energía atómica "será difícil satisfacer la creciente demanda de electricidad y reducir al mismo tiempo la polución y los gases de *efecto invernadero*". En junio, George Bush, desde una central nuclear de Maryland, reafirmó su apoyo a este *revival* al subrayar que "en el siglo XXI, nuestra nación necesitará electricidad más limpia, segura y fiable. Ha llegado el momento de que este país vuelva a construir centrales nucleares". Y para ello, propone modificaciones legislativas con importantes deducciones fiscales y préstamos garantizados para el desarrollo energético.

El mayor programa nuclear es el de China, que tiene previsto construir 32 centrales en los próximos 15 años para mitigar la contaminación que producen las centrales de carbón. Aun así, con este ambicioso programa sólo producirán el 4% de su electricidad en 2020, muy por debajo de la cobertura nuclear de los países industrializados. En Europa, Francia, con una capacidad del 78%, está promocionando una nueva generación de reactores ERP (European Reactor Program) para sustituir los más antiguos, y Finlandia ha empezado la construcción de uno de ellos. En España, y aunque el programa electoral del PSOE decía lo contrario, el Círculo de Empresarios aboga por alargar la vida útil de las actuales centrales y sustituirlas por otras de nueva generación cuando llegue el momento de cerrarlas. Según los autores del Libro Blanco de la Electricidad, la opción nuclear podría ser un "puente de transición" al que recurrir.

"Es una fuente limpia y sostenible"

Un eslogan. Finalizada la Segunda Guerra Mundial, y ante el horror de Hiroshima y Nagasaki, el presidente estadounidense Dwight Einsenhower optó por desarrollar y popularizar los aspectos más positivos de la energía nuclear para la sociedad civil. En su famoso discurso de 1953 ante Naciones Unidas, *Átomos para la paz*, prometió que su país se dedicaría "en cuerpo y alma a encontrar la fórmula por la cual la milagrosa inventiva humana no se dirija a la muerte, sino que se consagre a la vida", aplicando "la energía atómica a las necesidades de la agricultura, la medicina y otras actividades pacíficas (…) proporcionando abundante energía eléctrica a aquellas áreas del mundo hambrientas de electricidad…". Así, la promoción de la alternativa nuclear se convirtió en una actividad casi religiosa, por encima de consideraciones técnicas o económicas. La fe ciega en las virtudes de esta energía fue la que llevó a Lewis Strauss, entonces presidente de la Comisión de Energía Atómica de EE UU, a decir, en 1954, que no podía descartarse que la electricidad nuclear fuera "tan barata que no mereciera la pena facturarla". Otros, como el divulgador científico David Dietz, especularon sobre un futuro en el que "viajaremos todo un año con una cápsula de energía nuclear del tamaño de una píldora de vitaminas" en el depósito. Por ello, añadió, "se han terminado los días en que las naciones luchaban por el petróleo".

La realidad fue, por supuesto, muy distinta, y la industria, pese a haber recibido todo tipo de cuantiosas subvenciones y ayudas a lo largo de su vida, no pudo solventar satisfactoriamente los problemas de seguridad, competitividad económica y residuos que han lastrado el desarrollo de este tipo de energía. Por esta razón, el intento de reactivación en curso se construye ahora sobre otros fundamentos, utilizando, paradójicamente, argumentos del que fue su oponente más destacado: el movimiento ecologista. Frente al cambio climático y la polución, aducen sus defensores, la *resurrección* nuclear es la opción más limpia, y la única capaz de suministrar las ingentes cantidades de energía que consume el proceso de crecimiento económico mundial, sin contribuir al calentamiento global. Y frente a la creciente escasez de recursos fósiles, promete abundantes alternativas, ya sea en forma de uranio y torio en la actualidad, de plutonio en un futuro cercano o mediante la fusión nuclear en un futuro más remoto. De ahí que la industria nuclear haya decidido autocalificarse de "fuente de energía verde y sostenible" con la ayuda de algunos veteranos ecologistas de renombre, como James Lovelock o Patrick Moore.

"La energía nuclear es competitiva"

No está claro. Dos estudios recientes, uno del MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts) y otro de la Universidad de Chicago, concluyen que la energía eléctrica de origen nuclear, en las condiciones actuales, no lo es. Sin embargo, creen posible que se consigan ciertas mejoras que, de concurrir todas y en el grado preciso, acercarían los costes a los de otras tecnologías, sobre todo si se penalizaran las emisiones de CO_2.

Los gastos de construcción deberían disminuir en un 25%, y los plazos de construcción de las centrales, acortarse a unos cuatro años. Sería necesario que se redujeran los costes de operación y mantenimiento en un 8%, y también los del capital invertido, hasta igualarlos con las demás opciones. No será fácil que se cumpla este conjunto de condiciones. Entre otras cosas, porque tanto los costes de construcción como los precios del combustible nuclear son muy dependientes de la evolución de los precios del petróleo: la construcción y la producción de uranio -cuyo precio se ha triplicado desde el informe del MIT- son procesos muy intensivos en energía fósil.

La comparativa de precios resulta compleja por cuanto todas las fuentes energéticas tienen unos costes medioambientales y de otro tipo difíciles de cuantificar, y que, por lo general, se externalizan al sector público. En el caso nuclear, hay que contar, por ejemplo, con el almacenamiento de los residuos y los seguros de responsabilidad civil. En cuanto a los desechos, si bien la legislación actual obliga a provisionar y entregar a una empresa estatal unos 0,2 céntimos de euro por kilowatio-hora producido, no hay forma de saber si ese dinero será o no suficiente; hoy por hoy, se desconoce cómo realizar y cuánto costará la custodia de estos materiales durante su larguísimo periodo de radiactividad (decenas o centenares de miles de años).

También se han establecido límites legales a la responsabilidad civil que habría de afrontar una empresa eléctrica ante la eventualidad de un accidente nuclear grave. Por ejemplo, en EE UU la Ley Price-Anderson la limita a 9.300 millones de dólares por desastre (7.700 millones de euros), a pesar de que el presidente de Ucrania haya declarado que sólo los gastos médicos de la catástrofe de Chernóbil habían ascendido a más de 55.000 millones de dólares... ¡que tuvo que cubrir el Estado! Y todos podemos comprobar que cualquier póliza de seguro privado excluye de cobertura los riesgos de ese tipo de incidentes. El estudio del MIT concluye que la energía nuclear sería competitiva con respecto al carbón si se impusieran unos derechos de emisión del orden de 150 dólares por tonelada

de carbono emitido, pero aun en esta circunstancia no lo sería con respecto al gas natural, excepto que éste alzanzara sus precios máximos.

"Es difícil que haya otro Chernóbil"

Según y cómo. La energía nuclear asusta, por sus efectos sobre la seguridad, el medio ambiente y la salud, especialmente después de los accidentes de Three Mile Island (Middletown, Pennsylvania, en 1979) y Chernóbil (Ucrania, 1986), pero también por los problemas relacionados con el ciclo de combustible en Estados Unidos, Rusia, Japón y Reino Unido. A estos factores se ha añadido el riesgo de ataques terroristas contra instalaciones o durante el traslado de materiales radiactivos.

En un escenario de ampliación significativa del parque mundial de reactores habría que mantener, por lo menos, el estándar de seguridad actual: "menos de un accidente serio con emisiones radiactivas cada 50 años en el ciclo nuclear completo", según el estudio del MIT. Independientemente de si ese nivel de garantías es socialmente aceptable o no, habría que dividir por 10 la tasa de fallos actual. Los expertos del instituto consideran posible esta mejora con diseños modificados de los reactores clásicos de agua ligera, y no aconsejan introducir nuevos modelos poco experimentados, como, por ejemplo, los de reactores de alta temperatura, refrigerados por gas. Descartan, por tanto, la utilización de reactores de nueva generación en un horizonte de 25 años, por los riesgos asociados al desconocimiento de su funcionamiento práctico y por la necesidad de experimentarlos suficientemente.

También indican que no se ha resuelto el problema de cómo proteger las centrales frente a posibles ataques terroristas (no contemplados en la tasa de accidentes), pero no tienen en cuenta la compatibilidad de estas medidas de aumento de seguridad con la necesaria reducción de costes de construcción y operativos. Un reciente estudio de la Academia Estadounidense de Ciencias alerta sobre la extrema vulnerabilidad de las piscinas en las que se almacenan temporalmente los residuos irradiados ante la posibilidad de un ataque terrorista (que podría tener consecuencias similares a las de Chernóbil).

"Evitará el calentamiento global"

Falso. En 2002, la energía nuclear proporcionó el 20% de la electricidad consumida en Estados Unidos, el 34% en España y el 17% en el ámbito internacional. La AIE prevé un incremento de sólo un 5% en la capacidad nuclear instalada entre los años 2002 y 2030, lo cual, dado el incremento de consumo previsto, reduciría la cuota mundial a un 9%. De cumplirse estas previsiones, la energía atómica tendría una incidencia mínima en la reducción de emisiones contaminantes.

Puesto que la reactivación de este tipo de energía sólo tiene sentido si se hace globalmente y con una dimensión significativa, el estudio del Instituto de Tecnología de Massachusetts plantea un escenario en el que en la primera mitad de siglo se construirían entre 1.000 y 1.500 reactores de un gigavatio (1.000 millones de vatios) repartidos por todo el mundo, que se añadirían a los 366 reactores equivalentes actualmente en servicio. Habría pues que triplicar o cuadriplicar los aparatos para conseguir que en 2050 pudiera pasarse del 17% actual a cubrir el 19% del consumo eléctrico mundial. Un programa cuantitativamente ambicioso, que no consigue más que incrementar ligeramente los niveles actuales de cobertura nuclear.

Según el referido estudio, las emisiones totales de CO_2 fueron, en 2002, de unos 6.500 millones de toneladas anuales. Y, de cumplirse las previsiones, probablemente se duplique esta

cantidad para 2050. Los 1.000 gigavatios de energía nuclear propuestos ahorrarían anualmente entre 800 y 1.800 millones de toneladas, "dependiendo de que desplazaran electricidad generada mediante gas natural o mediante carbón, y suponiendo que no se *secuestrara* (almacenar, generalmente bajo tierra) el anhídrido carbónico generado por estas centrales".

Por tanto, incluso un programa tan ambicioso como éste no reduciría más allá del 10% las emanaciones de gases contaminantes totales previstas para esa fecha. En el caso extremo de que se quisiera generar toda la electricidad mundial con la alternativa nuclear, habría que construir dos reactores por semana durante los próximos 50 años; algo difícil de imaginar y que, en cualquier caso, no reduciría el incremento de emisiones más allá del 50%. No parece que la energía nuclear pueda ser decisiva para revertir el cambio climático, sobre todo porque no incide sobre la fuente principal de estas emisiones: el transporte.

"Los residuos siguen siendo el gran obstáculo"

Y muy difícil de salvar. Los investigadores del MIT consideran que la gestión de los residuos nucleares es uno de los problemas más intratables a los que se enfrenta el sector, ya que ningún país ha implantado con éxito un sistema para deshacerse de ellos. En la actualidad, no hay "cementerios nucleares operativos para materiales de alta actividad y todos los Estados han encontrado dificultades en sus intentos".

Aun cuando Estados Unidos lleva más de quince años intentando poner en marcha el almacén geológico profundo de Yucca Mountain, en el desierto de Nevada, sin conseguirlo (lo que ha supuesto gastos multimillonarios), el estudio hace hincapié en la necesidad de "un amplio y equilibrado programa estratégico de desechos para preparar el camino de una posible expansión del programa nuclear". De hecho, para almacenar los restos contaminados que produciría el programa que plantean se requeriría "la construcción en distintas partes del mundo de un almacén como el de Yucca Mountain cada tres o cuatro años". Un reciente escándalo, provocado al descubrirse la falsificación de mediciones de filtraciones de agua en Yucca Mountain, puede representar el fin de este proyecto, lo cual plantearía otro gran interrogante acerca de las bases sobre las que podría desarrollarse el programa estratégico de residuos propuesto en el informe.

En cuanto a la posibilidad de utilizar técnicas de separación y transmutación (cuyo objetivo es transformar los isótopos radiactivos en otros de vida más corta) de desechos, que redujeran su volumen y acortaran su periodo radiactivo, los autores concluyen que "sólo basándose en consideraciones relativas a la gestión de los residuos no puede justificarse que los beneficios derivados de esos métodos sean superiores a sus costes económicos y a los riesgos inherentes a la seguridad, la salud y el medio ambiente" que acarrean estos procesos. Por ello se inclinan por "sustituir el almacenamiento actual junto a los reactores por una estrategia explícita de acumulación temporal centralizada para unas cuantas décadas", a la espera de una solución definitiva que hoy no se vislumbra.

"Condena al planeta a la proliferación"

Sí, si no se toman las medidas adecuadas. En vista de las consecuencias militares, políticas y de terrorismo que comportaría una difusión masiva de la tecnología nuclear, los expertos entienden que no debería extenderse la alternativa atómica sin que "el riesgo de proliferación derivado de las operaciones comerciales se reduzca hasta niveles aceptables". En este sentido, recomiendan restringir

las instalaciones de reprocesamiento y enriquecimiento a pocos países, y alimentar todos los reactores con un "ciclo abierto de combustible", es decir, sin recuperar el plutonio y el uranio del material irradiado.

Esta propuesta presenta dos problemas fundamentales. En primer lugar, la aceptación del plan por parte de los Estados a los que se pretenda negar la posibilidad de producir y gestionar su propio combustible (es decir, la mayoría), y la disponibilidad de suficiente uranio natural para cubrir los consumos previstos. Solucionar este inconveniente requeriría modificar el Tratado de No Proliferación Nuclear (TNP) que, en su forma actual, permite a cualquier país enriquecer y reprocesar uranio para aplicaciones comerciales. Y es fácil adivinar, como vemos en el caso de Irán, que muchos países no estarán de acuerdo en someterse, en la práctica, a las normas y dictados de unos pocos países ricos y poderosos.

En cuanto a la disponibilidad de suficiente uranio natural para evitar el reciclaje del plutonio, los autores calculan que "una flota de 1.500 reactores de un gigavatio en funcionamiento durante 50 años consumiría unos 15 millones de toneladas de uranio". Sin embargo, las reservas conocidas y recuperables a un coste inferior a los 80 dólares y a los 130 dólares (por kilogramo de uranio) son de unos 3 y 4 millones de toneladas, respectivamente, según la última edición del Libro Rojo de la Agencia de la Energía Nuclear de la OCDE y el Organismo Internacional para la Energía Atómica (AEN/OIEA). Es decir, menos de la mitad del que se entiende necesario.

Si bien es cierto que existe mucho más uranio en la naturaleza, será con toda probabilidad mucho más caro de extraer y, lo que es más importante, su obtención será mucho más intensiva en energía fósil, con la consiguiente generación de CO2. Esto invalidaría uno de los principales argumentos a favor de la energía nuclear. De hecho, hay estudios que indican que al extraer uranio de minas con una mena inferior a 100 partes por millón se emite más dióxido de carbono del que luego se ahorra al sustituir una generación equivalente con gas natural. De recurrir al plutonio, sería prácticamente imposible evitar una proliferación desaforada y, en este caso, según los autores, no debería acometerse una expansión generalizada del parque nuclear. A ello cabe añadir el fracaso rotundo del Superphénix, el *breeder* (reactor reproductor rápido) francés concebido precisamente para solventar la escasez de uranio natural fisible (con un coste superior a los 10.000 millones de euros), que pone en cuestión incluso la viabilidad a medio plazo de sustituir el uranio por plutonio, como proponen algunos partidarios de la energía nuclear, obviando el problema de la proliferación.

"El futuro está en la fusión nuclear y el hidrógeno"

¡Ojalá! Enfrentados a la realidad de las dificultades que presenta la opción nuclear con la tecnología actual, algunos partidarios de esta alternativa la defienden sólo como una más entre las muchas que requerirá la solución del dilema energético-climático, y argumentan que es necesario mantenerla como método de transición hacia un futuro en el que la combinación fusión-hidrógeno resolverá definitivamente nuestros problemas energéticos. El hidrógeno se postula como sustituto del petróleo, sobre todo para el transporte, pero el hidrógeno no es una fuente de energía, y fabricarlo precisa de otros *manantiales* energéticos, en este caso de la fisión o de la fusión nuclear. Si generar toda la electricidad mediante energía nuclear de fisión supone un programa irrealizable de construcción de reactores, no digamos si, además, quisiéramos producir el hidrógeno necesario para ir sustituyendo el petróleo. Sólo queda, por tanto, la fusión. Pero el ITER (un programa internacional que pretende construir un reactor de fusión nuclear) no es más que un proyecto experimental de

demostración técnica y científica que, aunque tenga el éxito deseado, no prevé la posibilidad de aparatos comerciales antes de 2050 y, como hemos visto, éste es un plazo demasiado lejano para plantearlo como solución al dilema al que el mundo se enfrenta en las próximas décadas. Seguir por una senda que conduce al precipicio, mientras esperamos un milagro que nos salve de la caída, no parece la opción más racional.

[¿Algo más?]

- El senador de Nuevo México Pete Domenici es un apasionado defensor de la energía nuclear. Pueden leerse sus argumentos en ***A Brighter Tomorrow: Fulfilling the Promise of Nuclear Energy*** (Rowman&Littlefield Publishers, 2004).
- Para la historia del desarrollo de esta energía, consultar Daniel Ford, ***The Cult of Atom: The Secret Papers of the Atomic Energy Commission*** (Simon&Schuster, 1984), ***The American Atom: A Documentary History of Nuclear Policies from the Discovery of Fission to the Present*** (University of Pennsylvania Press, 1984). Y para una visión más crítica, ver Arjun Makhijani, ***The Nuclear Power Deception: US Nuclear Mythology from Electricity "Too Cheap to Meter" to "Inherently Safe" Reactors*** (Apex Press, Nueva York, 1999).
- El estudio del MIT ***The Future of Nuclear Power 2003***: http://web.mit.edu/nuclearpower/.
- El informe de la Universidad de Chicago ***The Economic Future of Nuclear Power***, de 2004, en www.anl.gov/Special_Reports/NuclEconSumAug04.pdf.
- Para un análisis detallado del problema de los residuos, consultar Aude Le Dars, ***Pour une Gestion Durable des Déchets Nucléaires*** (Presses Universitaires de France, 2004). En ***The Hype about Hidrogen*** (Island Press, 2004), Joseph Romm analiza las posibilidades del hidrógeno como combustible de futuro.