

Residuos Radiactivos, ADS y Reactores Rápidos.

Manuel Fernández Ordóñez

La entrada del tercer milenio nos ha enfrentado cara a cara con la realidad de los modelos energéticos en los que se basan nuestras sociedades. La crisis del gas en el invierno del 2004 entre Rusia y Ucrania provocó restricciones energéticas en Finlandia e Italia y este conflicto parece que puede reproducirse este año. Según muchos analistas, ya hemos sobrepasado el pico de Hubbert del petróleo y nos encaminamos hacia una era de continuo encarecimiento del crudo y, por tanto, de todos sus derivados. No hay ninguna duda en que esta predecible evolución del panorama energético sería nefasta para aquellas economías con una dependencia notable de terceros países, como es el caso de España cuyas dependencia energética exterior se eleva al 85%.

Por si esto fuera poco, el incremento de temperatura global sufrida por nuestro planeta en los últimos decenios ha provocado la concienciación de la clase política internacional, cuyos esfuerzos cristalizaron el 11 de diciembre de 1997 en la elaboración del Protocolo de Kyoto. En lo concerniente al panorama nacional, la ratificación de este protocolo nos obliga a reducir nuestras emisiones de gases de efecto invernadero a un 15% por encima de las que teníamos en 1990. A día de hoy España se encuentra un 48% por encima de los valores de 1990, hecho que se traducirá en el pago de 1500 millones de euros anuales por derechos de emisión en el periodo 2008-2012.

Ante este futuro predecible se hace patente la necesidad de fuentes energéticas que limiten nuestra dependencia exterior, que sean estables y garanticen el suministro, que sean respetuosas con el medioambiente, competitivas económicamente y que ayuden a equilibrar la balanza de pagos española. Nos enfrentamos a un reto social y económico de una importancia vital, no podemos permitirnos prescindir de ninguna fuente de energía y las centrales nucleares deberían ser una pieza clave en el escenario energético español.

En el año 2006 las centrales nucleares españolas produjeron el 20% de la electricidad consumida en nuestro país. Funcionaron de manera estable durante el 90% del tiempo, asegurando el suministro de forma segura y eficiente y evitando la emisión a la atmósfera de 10 millones de toneladas de CO₂ y gases de efecto invernadero. Del mismo modo nos permitieron ahorrar la importación del equivalente a 100 millones de barriles de petróleo y, por tanto, el pago de unos 6000 millones de euros anuales.

Sin embargo, la energía nuclear provoca un rechazo social sin comparación con ninguna otra fuente energética. Esta hostilidad –muchas veces infundada, provocada por una ausencia palpable de información y los intereses creados de algunos grupos de presión– tiene uno de sus máximos exponentes en los residuos radiactivos. Según la disposición adicional cuarta de la Ley 54/1997: “Residuo radiactivo es cualquier material o producto de desecho, para el cual no está previsto ningún uso, que contiene o está contaminado con radionucleidos en concentraciones o niveles de actividad superiores a los establecidos por el Ministerio de Industria y Energía, previo informe del Consejo de Seguridad Nuclear”. Es decir, la condición de residuo radiactivo responde únicamente a una definición legal y, aunque en el presente no está previsto ningún uso para ellos, es científica y técnicamente posible su tratamiento con un doble propósito: primero,

reducir su inventario hasta en un factor cien en masa; segundo, producir electricidad a la vez que se reduce su inventario.

El tratamiento del combustible gastado procedente de las centrales nucleares se postula como un paso clave para la sostenibilidad de la energía nuclear. Según el último Eurobarómetro, un porcentaje no despreciable de la sociedad europea cambiaría su opinión acerca de este tipo de energía si existiera una solución para el tratamiento de los residuos radiactivos. La comunidad científica internacional, consciente de ello, ha focalizado numerosos esfuerzos en dos caminos distintos destinados al tratamiento del combustible gastado: los Reactores ADS y los Reactores Rápidos.

Veamos cómo funciona un reactor de fisión para comprender las diferencias entre los reactores ADS y los rápidos. A grandes rasgos, en el seno del reactor se produce una fisión, liberándose energía, cuando un núcleo de Uranio-235 absorbe un neutrón. Con la particularidad de que este neutrón tiene que ser térmico, es decir, tiene que haber sido frenado hasta una energía determinada (esto se consigue mediante choques con el hidrógeno del agua que llena el reactor, en los que va perdiendo paulatinamente su energía). Una vez absorbido el neutrón, el núcleo de Uranio-235 se fisiona, emitiendo de 2 a 3 neutrones. Cada uno de esos neutrones puede, a su vez, fisionar otros núcleos de Uranio-235, produciéndose una reacción en cadena. Cuando uno, y sólo uno, de los 2-3 neutrones emitidos produce otra fisión en un núcleo de Uranio-235 (perdiéndose el resto de los neutrones) se dice que el reactor está en crítico, ya que la población neutrónica se mantiene constante. Cuando la población de neutrones disminuye en cada generación de fisiones, se dice que el reactor está en subcrítico y éste se irá apagando de manera automática. No son sino los neutrones los que hacen posible que los reactores nucleares funcionen, si no hay neutrones no hay reacciones de fisión.

Los reactores ADS funcionan en modo subcrítico. Por tanto, se necesita una fuente adicional de neutrones que nos permita mantener la reacción en cadena y que el reactor no se apague. Esto se consigue acoplado un acelerador de protones al reactor nuclear. Los protones acelerados a energías relativistas, al chocar contra un metal pesado arrancarán de éste los neutrones necesarios para alimentar el reactor. Además, estos reactores son rápidos, no es necesario frenar los neutrones hasta una energía determinada y, por tanto, tienen varias ventajas con respecto a los reactores convencionales. Son capaces de fisionar cualquier tipo de núcleo (no sólo el Uranio-235) y pueden utilizarse para fisionar los actínidos minoritarios y el plutonio procedente de los reactores convencionales, es decir, los residuos radiactivos con mayor radiotoxicidad. Este proceso se denomina Transmutación. Debido a su subcriticidad, pueden cargarse hasta con un 60% de residuos radiactivos, siendo óptimos para la transmutación de los mismos. Sin embargo, la principal desventaja de este tipo de reactores es que están en fase de diseño y hasta 2020 no tendremos ADS operativos. Hay varios proyectos internacionales dedicados a este tipo de reactores, como IP-EUROTRANS, en el que están inmersos grupos de investigación españoles como la Unidad de Innovación Nuclear del CIEMAT.

Por su parte, los Reactores Rápidos trabajan en modo crítico. Este hecho provoca que, por motivos de seguridad, el porcentaje de actínidos minoritarios que pueden cargarse como combustible sea mucho menor que en el caso de un ADS. Sin embargo tienen una ventaja primordial sobre aquéllos, son una tecnología conocida y demostrada, ya que el primer reactor rápido se remonta a 1946. Ya han existido numerosos reactores rápidos

productores de potencia como BN-350 y BN-600 (Rusia), Phenix y Superphenix (Francia), PFR (Inglaterra) o SNR-300 (Alemania).

Hay un hecho fundamental en el uso de reactores rápidos que ya hemos mencionado, son capaces de fisiónar cualquier tipo de núcleo susceptible de ser fisiónado y no únicamente el Uranio-235 como los reactores convencionales. Este isótopo del Uranio corresponde al 0.7% del Uranio natural, es decir, hay un 99.3% de Uranio que no hemos utilizado para producir electricidad desde que surgió la energía nuclear hace unos 60 años. Con los reactores rápidos podremos utilizar todo el Uranio y, por tanto, si en la actualidad hay reservas para 60-80 años, implantando reactores rápidos las reservas se incrementarán de forma automática a varios miles de años. Si además somos capaces, de forma simultánea, de transmutar los residuos radiactivos, la energía nuclear se convierte en una de las formas de generación masiva de energía más sostenibles que tenemos por el momento (al margen, por supuesto, de las energías renovables).

Creemos que la estrategia futura será una mezcla entre reactores ADS y reactores rápidos. Según los estudios de la Agencia Nuclear Europea (NEA) implantando un 15% de reactores ADS en el parque nuclear, seremos capaces de deshacernos, en el plazo de cien años, del 99% de los residuos radiactivos que hemos generado hasta ahora y los que generaremos en este siglo. La NEA ha estimado que la implantación de este tipo de reactores incrementará en un 20% el precio de la electricidad de origen nuclear, aunque el desarrollo de las diferentes tecnologías asociadas puede reducir ese margen. En cualquier caso, incluso con ese incremento, la energía nuclear seguiría siendo económicamente competitiva con otras fuentes de energía.

Estamos inmersos en un relanzamiento de la energía nuclear, países como EEUU o Inglaterra ya se han decidido y muchos otros están en un proceso de construcción de nuevas centrales. España tendrá que tomar su decisión en un futuro cercano y es absolutamente necesario que nuestra sociedad disponga de información objetiva, técnica y científicamente rigurosa. Nuestro modelo energético es insostenible y tendremos que mudar a otro que permita mantener nuestro nivel de vida y crecer a nuestra economía a la vez que sea respetuoso con el medioambiente, es nuestro reto para los próximos años.