

EDITORIAL**Després de Fukushima I: la reobertura del debat nuclear**

L'11 de març de 2011, com a conseqüència d'un terratrèmol d'altíssima potència i del tsunami posterior, es va iniciar una concatenació d'accidents a la central nuclear Fukushima I, en la que s'ubicaven sis reactors nuclears, amb explosions en els edificis de contenció de quatre dels reactors, incendis en algun d'ells, aturades en els sistemes de refrigeració, fusió parcial del material nuclear en tres dels reactors, i emissió de milers de tones de gasos i aigua altament contaminats a l'exterior. Un mes més tard, l'accident va ser equiparat amb el de Txernòbil, en la categoria 7, corresponent a un accident greu, la més alta de les previstes en l'Escala internacional d'esdeveniments nuclears, reservada per als casos en què es produeix un alliberament important de material radioactiu, que posa en risc la salut general i el medi ambient. Fins llavors s'havia dit que era impossible que un accident de grau 7 es produís en un país amb reactors de disseny occidental.

Com a conseqüència de l'accident, més de dues-centes mil persones han estat desallotjades de les seves llars i evacuades fora d'un radi de 40 quilòmetres al voltant de la central —tot i que ja s'han detectat zones altament contaminades a 50 quilòmetres de distància— i desenes de treballadors de la central i dels equips d'emergència han estat exposats a greus dosis de radiació, que, en alguns casos, els han costat la vida. Si l'accident de la central nuclear de Txernòbil, del 26 d'abril de 1986 —causant de l'evacuació de més de 300.000 persones i, segons estimacions de l'Acadèmia Russa de les Ciències, de 200.000 víctimes mortals, a part de convertir en inhabitable una àrea propera als 150.000 km²— va representar un cop molt dur per a la indústria nuclear, el de Fukushima pot tenir un impacte encara més important, pel fet d'haver-se produït en un país tecnològicament tan desenvolupat com el Japó.

Segons les dades de l'Organisme Internacional de l'Energia Atòmica (*International Status and Prospects of Nuclear Power 2010 Edition*), l'energia nuclear representa quelcom menys del 14% dels subministraments mundials d'electricitat i el 5,7% de l'energia primària. S'han instal·lat centrals nuclears en 32 països. Actualment, estan en funcionament 441 centrals en 29 països, amb una capacitat total de 375 GW(e). 60

plantes més estan en construcció, amb una potència prevista de 58,6 GW(e), la majoria d'elles a la Xina, Rússia, la Índia i Corea del Sud.

Segons l'*Informe sobre l'estat mundial de la indústria nuclear 2009*, elaborat per un grup d'experts per encàrrec del Ministeri Federal alemany de Medi Ambient, es constata una disminució del nombre de reactors en construcció en relació amb períodes anteriors. El període mitjà d'exploració de les centrals d'energia nuclear és de 25 anys, però algunes instal·lacions preveuen incrementar el període fins 40 anys, o més. No obstant això, el període mitjà de vida dels 123 reactors que ja s'han tancat ha estat de 22 anys. D'acord amb aquest informe, en un escenari de posada en marxa de tots els reactors en construcció i de renovació de la llicència de 54 reactors als Estats Units i d'altres als Països Baixos, Espanya i el Regne Unit, el nombre d'unitats en funcionament mai tornaria a arribar al màxim històric de 444 al 2002. Entre els elements que contribueixen a aquesta previsió, estan la llarga durada del procés de construcció d'una central nuclear (superior als deu anys, en tot cas), les dificultats per incorporar nous països a l'energia nuclear (creació del marc regulador corresponent, mà d'obra qualificada, capacitat de la xarxa, cost de les inversions necessàries) i altres factors, com l'oposició d'una part de l'opinió pública, els riscos relatius a la proliferació d'armes nuclears, factors geològics adversos, l'escassetat de treballadors prou qualificats per als requeriments del sector, o problemes de subministrament —particularment, només existeix una sola empresa al món, Japan Steel Works (JSW), que produeix l'atuell de pressió dels reactors d'una sola peça—. A més de tot això, el cost de la construcció de les centrals nuclears ha crescut significativament i s'ha situat al voltant dels 4.000 dòlars per kilowatt instal·lat. El projecte del reactor d'Olkiluoto, a Finlàndia, gestionat per AREVA NP, porta més de tres anys d'endarreriment i ha superat en més d'un 50% el pressupost inicial, arribant a un cost total provisional de 5.000 milions d'euros.

La conseqüència col·lateral més important, fins ara, de l'accident de la central nuclear de Fukushima és que Alemanya ha renunciat a l'energia atòmica, que genera el 23% del seu consum energètic, essent la primera gran potència econòmica que ho fa. Així, ha decidit el tancament de les seves centrals nuclears en el termini de poc més d'una dècada. Els set reactors més antics ja s'han desconnectat de la xarxa de manera definitiva, uns altres catorze ho seran gradualment i els tres últims estaran en funcionament amb el termini màxim de final de 2022. En aquest canvi de posició del govern encapçalat per la cancellera Angela Merkel, física de formació, que, pocs mesos

abans, havia promès perllongar dotze anys més la vida útil de les centrals, han hagut d'influir, de ben segur, consideracions de tipus electoral, però també, molt especialment, un component de reflexió sobre les seves conviccions pronuclears, que la cancellera ha expressat repetidament, en el sentit de què Fukushima marcaria un abans i un després en el sector i que no és possible preveure i controlar l'impacte dels desastres naturals sobre les centrals. Tot plegat l'ha portada, després de sotmetre l'assumpte a un comitè ètic, a formular la necessitat de repensar les fonts d'energia i a abandonar l'energia nuclear com més aviat millor. Per substituir l'aportació de les centrals nuclears al consum energètic alemany, es construiran noves centrals convencionals i eòliques, així com s'intentarà accelerar l'estalvi en el consum. D'altra banda, la Unió Europea i també Suïssa han posat en marxa sengles plans per reavaluar de manera exhaustiva la seguretat de les plantes nuclears existents. Abans de l'accident, al 2002, altres països, com Suècia, Itàlia, Eslovènia o Bèlgica, van decidir l'abandonament de les nuclears de manera gradual, a mesura que les seves centrals deixessin de funcionar, o bé renunciar totalment a l'opció nuclear, com és el cas d'Àustria. Contràriament, altres estats, com França, els Estats Units, el Regne Unit, Rússia, Xina, la Índia, Corea del Sud o Finlàndia, mantenen la seva opció nuclear.

Un dels arguments favorables a l'energia nuclear, que havia guanyat terreny en els últims anys, era la de la seva condició d'energia completament neta, en relació amb el seu impacte eventual sobre el canvi climàtic. Tanmateix, aquest argument només és cert per la part del cicle nuclear que consisteix, estrictament, en la producció d'energia mitjançant el funcionament operatiu ordinari. Si es considera el cicle en el seu conjunt, tot incloent-hi la construcció dels reactors i de la mateixa central, l'extracció, el tractament i l'enriquiment de l'urani —les reserves conegudes del qual, per cert, són limitades—, el transport dels materials nuclears, el reprocessament del combustible, si és el cas, el transport i la gestió dels residus, així com, finalment, el desmantellament de les centrals, alguns estudis situen les emissions de CO₂ sempre molt per sota de les emissions ocasionades per les centrals convencionals de gas o carbó, però molt per damunt de les instal·lacions basades en energies renovables. Per exemple, l'estudi de Benjamin K. Sovacool, publicat a *Energy Policy* al 2008, les xifra en 66 g/kWh de CO₂. Tanmateix, és cert que variables com la qualitat del mineral, el tipus de mineria, la tècnica d'enriquiment, el tipus de reactor, la seva ubicació, el factor de càrrega o el temps de funcionament, modifiquen sensiblement els càlculs d'un reactor a un altres.

Espanya ha posat en marxa deu reactors nuclears: José Cabrera/Zorita (1968) Santa María de Garoña (1971), Vandellòs I (1972), Almaraz I (1981) i II (1983), Ascó I (1983) i II (1985), Cofrents (1984), Vandellòs II (1987), i Trillo I (1988). De tots ells, dos ja han estat tancats, José Cabrera (2006) i Vandellòs I (després d'un incident de nivell 3, l'any 1989), i estan en procés de desmantellament. La potència acumulada és de 7.735 MW(e). Per valorar aquesta dada, ha de tenir-se en compte que la potència elèctrica instal·lada actualment ronda els 105.000 MW, mentre que el punt més àlgid de consum al 2010 ha estat de 45.000 MW. De fet, moltes de les centrals nuclears passen setmanes i, fins i tot, mesos, desconnectades de la xarxa per motius diferents, incloses les avaries i altres incidents. En qualsevol cas, amb les dades a la mà, es conclou que, actualment, les centrals nuclears subministren el 20% de l'electricitat del país.

El Govern espanyol manté una moratòria nuclear, aprovada al 1984, que va paraitzar els processos de construcció ja iniciats (Valdecaballeros I y II, Lemóniz I y II, i Trillo II) i ha anunciat en diverses ocasions un abandonament gradual de l'energia nuclear. No obstant això, està en estudi el perllongament de la vida útil de les centrals. Al juliol de 2009, el Govern espanyol va prorrogar l'explotació de la central nuclear de Garoña fins al 2013. D'altra banda, des de la seva construcció, al magatzem d'El Cabril, a Hornachuelos (Còrdova), hi ha prop de 30.000 metres cúbics de residus radioactius de baixa i mitjana activitat (màxim de 300 anys), en la seva majoria procedents de les centrals nuclears, la qual cosa representa prop d'un 60% de la seva capacitat. Així mateix, com és ben sabut, el Govern ha iniciat el procés per designar la ubicació d'un nou Magatzem Temporal Centralitzat (MTC), que pugui encabir els residus d'alta activitat acumulats a les diverses centrals i aquells que es troben temporalment emmagatzemats a França. D'altra banda, ha d'esmentar-se l'aprovació recent de la Llei 12/2011, de 27 de maig, sobre responsabilitat per danys nuclears o produïts per materials radioactius, que incideix de manera rellevant en el sector.

L'accident de Fukushima, unit a la crisi econòmica, ha tingut l'efecte de revifar el debat sobre la seguretat i la rendibilitat de l'energia nuclear, en un escenari previst de reducció progressiva dels combustibles fòssils (petroli, carbó i gas natural), i en el que s'ha d'afrontar de manera urgent el canvi climàtic, la qual cosa farà necessari avançar cap a economies de baix consum de carboni.

Per alguns sectors, es tracta d'un debat essencialment tècnic, en el que han de tenir un paper central els experts en la matèria, tot deixant en segon pla els punts de vista de

l'opinió pública o l'impacte emocional d'accidents com el de Fukushima I; un debat que ha de concentrar-se en la possible millora de la seguretat, el caràcter prescindible o no de l'energia nuclear, i la seva rendibilitat econòmica i ambiental.

Tanmateix, la producció nuclear d'energia es caracteritza per un nivell molt elevat d'externalització dels costos, que no són assumits, més que molt parcialment, per les empreses productores, com ara l'impacte sobre la salut de les persones i el medi ambient (sòl, aigua i aire) de la mineria de l'urani, l'exhauriment progressiu del mateix mineral —es consumeixen 68.000 tones l'any, segons les dades de la *World Nuclear Association*—, el consum intensiu d'aigua durant l'operació de les centrals, l'ocupació del sòl durant llargs períodes de temps, una vegada acabada la vida de la central, l'impacte sobre el sistema de salut en cas d'episodis de radiació sobre les persones, l'impacte sobre els recursos pesquers en cas d'abocaments d'aigua contaminada, els riscos específics del transport de material nuclear per al seu reprocessament, així com una part important de la gestió dels residus i una part substancial de la reparació dels danys en cas d'accident, molt dèbilment coberta pels mecanismes de responsabilitat civil.

A tot això, cal afegir la importància de les subvencions públiques al sector que, tot variant en els diversos estats, poden incloure, entre altres mecanismes, suport a la I+D nuclear, préstecs directes, el finançament de la clausura d'instal·lacions nuclears i la gestió dels seus residus, a més de la responsabilitat limitada pels casos d'accident. Una estimació de només una part —s'exclouen els efectes de l'exposició humana a residus, l'impacte sobre riscos de proliferació nuclear i terrorisme, i una part de l'impacte dels accidents nuclears— dels costos externs de l'energia elèctrica d'origen nuclear a la UE (a 15), de l'any 2003, oferia una forquilla entre els 12.000 i els 21.4000 milions d'euros l'any (Comissió Europea, *External Costs. Research results on Socio-Economic Damages Due to Electricity and Transport*, 2003). En definitiva, el suposat caràcter d'energia barata que s'atribueix a la que té origen en les plantes nuclears es basa, en bona part, en una externalització de costos molt significativa, que amaga el seu cost social real.

En última instància, és el conjunt dels ciutadans el que assumeix una part notable del cost del cicle nuclear i els riscos eventuais d'efectes adversos sobre la salut i el medi ambient, com a conseqüència d'incidents o accidents comparables als ja experimentats, ja siguin causats per una fallada tècnica o per un error humà, o els problemes derivats de

la gestió futura, durant períodes de temps molt llargs, dels residus nuclears que es van acumulant (una estimació de 10.000 tones anuals per al conjunt de reactors, juntament amb períodes molt llargs de vida activa, com els 400.000 anys del plutoni), per no esmentar els riscos associats a la proliferació d'armes nuclears. També cal tenir en compte les conseqüències que les decisions d'avui tenen sobre moltes persones en altres llocs del món (com aquells que habiten en les proximitats de les mines d'urani) o sobre les generacions futures. Tot plegat fa manifestament inapropiat deixar el debat en mans exclusivament de tècnics. En aquest, com en altres àmbits en què s'assumeixen riscos importants, és necessària una informació pública àmplia i una participació no menys àmplia que posi sobre la taula tots els aspectes econòmics, ambientals, socials i ètics que caracteritzen el cicle nuclear. Aquest debat comença a tenir una certa urgència.

El debat, per cert, hauria d'estendre's més enllà de les fronteres dels estats i, com a mínim, abastar l'àmbit de la Unió Europea. Si bé és cert que les estratègies nuclears dels diferents estats són, en aquest moment, divergents, sembla raonable que, de la mateixa manera que tendeixen a homogeneïtzar-se les polítiques en diferents àmbits de la protecció del medi ambient i la definició del model de desenvolupament, una posició europea comuna en aquest terreny no seria forasenyada. D'altra banda, el que succeeix en l'àmbit d'alguns estats en aquesta matèria des de l'accident —paradigmàticament, Alemanya— sembla que anima tan el debat intern en la resta de membres de la Unió com l'avançament cap a una posició comuna. En qualsevol cas, es tracta d'una qüestió crucial per a la seguretat i el benestar de les persones que requereix l'aprofundiment del debat social i dels processos de participació corresponents en la presa de decisions.

En definitiva, es tracta d'analitzar els riscos que correm amb l'ús d'aquesta tecnologia i valorar els beneficis que obtenim a canvi. Atès que això és quelcom que afecta al conjunt de la societat, sembla evident que les decisions que es prenguin han de ser el resultat de processos autènticament democràtics i participatius que en garanteixin la legitimitat. D'altra banda, atès que el risc assumit es perllonga cap a les generacions futures, en qualsevol cas, la decisió democràtica presa en el present ha de ser matisada d'acord amb el principi de precaució, que hauria de guiar l'anàlisi dels riscos en les decisions socials sobre l'acceptabilitat de l'ús de determinades tecnologies.

EDITORIAL

Después de Fukushima I: la reapertura del debate nuclear

El 11 de marzo de 2011, como consecuencia de un terremoto de altísima potencia y del posterior tsunami, se inició una concatenación de accidentes en la central nuclear Fukushima I, en la que se ubicaban seis reactores nucleares, con explosiones en los edificios de contención de cuatro de los reactores, incendios en alguno de ellos, paradas de los sistemas de refrigeración, fusión parcial del material nuclear en tres de los reactores, y emisión de miles de toneladas de gases y agua altamente contaminados al exterior. Un mes más tarde el accidente fue equiparado al de Chernobil, en la categoría 7 correspondiente a un “accidente grave”, la más alta de las previstas en la Escala Internacional de Eventos Nucleares, reservada a los casos en que se produce una liberación importante de material radiactivo que pone en riesgo la salud general y el medio ambiente. Hasta entonces se había dicho que era imposible que un accidente de grado 7 se produjera en un país con reactores de diseño occidental.

Como consecuencia del accidente, más de doscientas mil personas han sido desalojadas de sus hogares y evacuadas fuera de un radio de 40 kilómetros alrededor de la central — aunque ya se han detectado zonas altamente contaminadas a 50 kilómetros de distancia— y decenas de trabajadores de la central y de los equipos de emergencia han sufrido graves dosis de radiación que, en algunos casos, les han costado ya la vida. Si el accidente de la central nuclear de Chernobil, del 26 de abril de 1986 —causante de la evacuación de más de 300.000 personas y, según estimaciones de la Academia Rusa de las Ciencias, de 200.000 víctimas mortales, aparte de convertir en inhabitable un área cercana a los 150.000 km²— supuso un duro golpe a la industria nuclear, el de Fukushima puede tener un impacto todavía más importante, por haberse producido en un país tecnológicamente tan desarrollado como el Japón.

Según los datos del Organismo Internacional de la Energía Atómica (*International Status and Prospects of Nuclear Power 2010 Edition*), la energía nuclear representa algo menos del 14% de los suministros mundiales de electricidad y el 5,7% de la energía primaria. Se han instalado centrales nucleares en 32 países. Actualmente están en funcionamiento 441 centrales en 29 países, con una capacidad total de 375 GW(e).

Otras 60 plantas están en construcción con una potencia prevista de 58,6 GW(e), la mayoría en China, Rusia, India y Corea del Sur.

Según el *Informe sobre el estado mundial de la industria nuclear 2009*, elaborado por un grupo de expertos por encargo del Ministerio Federal alemán de Medio Ambiente, se constata una disminución en el número de reactores en construcción respecto de períodos anteriores. El período medio de explotación de las centrales de energía nuclear es de 25 años, pero algunas instalaciones nucleares prevén incrementar el período hasta 40 años, o más. No obstante el período medio de vida de los 123 reactores que ya se han cerrado ha sido de 22 años. De acuerdo con este informe, en un escenario de puesta en marcha de todos los reactores en construcción y de renovación de la licencia de 54 reactores en EE.UU. y de otros en los Países Bajos, España y el Reino Unido, el número de unidades en funcionamiento nunca volvería a alcanzar el máximo histórico de 444 en 2002. Entre los elementos que contribuyen a esta previsión están la larga duración del proceso de construcción de una central nuclear, superior a los 10 años en todo caso, las dificultades para incorporar nuevos países a la energía nuclear (creación del marco regulador, mano de obra cualificada, capacidad de red, coste de las inversiones) y otros factores, como la oposición de parte de la opinión pública, los riesgos relativos a la proliferación de armas nucleares, factores geológicos adversos, la escasez de trabajadores cualificados para el sector o problemas de suministros, en particular el hecho de que solamente existe un empresa en el mundo, Japan Steel Works, que produce la vasija de presión de los reactores en un sola pieza. Además de todo ello el coste de construcción de las centrales nucleares ha crecido significativamente y se ha situado en torno a los 4.000 dólares de coste por kilovatio instalado. El proyecto del reactor de Olkiluoto, en Finlandia, gestionado por AREVA NP, lleva más de tres años de retraso y ha superado en más de un 50% el presupuesto original, alcanzando una estimación del costo total de 5.000 millones de euros.

La consecuencia colateral más relevante hasta ahora del accidente de la central nuclear de Fukushima es que Alemania es la primera gran potencia económica que renuncia a la energía atómica (que genera un 23% del total de su energía), al decidir el cierre de sus centrales nucleares en un plazo de poco más de una década. Los siete reactores más antiguos ya se han desconectado de la red de manera definitiva, otros catorce se irán desconectando gradualmente y los tres últimos solamente estarán en funcionamiento hasta finales de 2022. En este cambio de posición del gobierno encabezado por Angela

Merkel, física de formación, que pocos meses antes había prometido prolongar por 12 años la vida útil de las centrales, habrán tenido su influencia consideraciones de tipo electoral, pero muy especialmente un componente de reflexión sobre sus convicciones pronucleares, que la canciller ha expresado repetidamente, en el sentido de que Fukushima marcaría un antes y un después o que no es posible prever y controlar el impacto de los desastres naturales, y que la ha llevado, tras someter el asunto a un Comité Ético, a formular la necesidad de repensar las fuentes de energía y a abandonar la energía nuclear lo antes posible. Para sustituir la cuota nuclear se construirán nuevas centrales convencionales y eólicas y se pretende acelerar el ahorro en el consumo. Por otra parte, la Unión Europea y también Suiza han puesto en marcha sendos planes para reevaluar de manera exhaustiva la seguridad de las plantas nucleares existentes. Antes del accidente, en 2002, otros países como Suecia, Italia, Eslovenia o Bélgica decidieron el abandono de las nucleares de manera gradual, a medida que dejaran de funcionar sus centrales o renunciar a la opción nuclear, como Austria. Por el contrario otros como Francia, Estados Unidos, Reino Unido, Rusia, China, la India, Corea del Sur o Finlandia mantienen su opción nuclear.

Uno de los argumentos favorables a la energía nuclear, que había ganado terreno en los últimos años, era el de su condición de energía completamente limpia, en términos de impacto sobre el del cambio climático. Sin embargo, este argumento solamente es cierto para la parte del ciclo nuclear que consiste en la producción de energía mediante el funcionamiento operativo ordinario. Si se considera el ciclo nuclear en su conjunto, incluyendo la construcción de los reactores y de la propia central, la extracción, el tratamiento y el enriquecimiento del uranio (cuyas reservas conocidas son, por cierto, limitadas), el transporte de los materiales nucleares, en su caso el reprocesamiento del combustible, el transporte y la gestión de los residuos, y el desmantelamiento de las centrales, algunos estudios sitúan las emisiones de CO₂ siempre muy por debajo de las centrales convencionales de gas o carbón, pero por encima de las instalaciones basadas en energías renovables. Por ejemplo, el estudio de Benjamín K. Sovacool, publicado en *Energy Policy* en 2008, las cifra en 66 g/kWh de CO₂. Sin embargo, es cierto que variables como la calidad del mineral, el tipo de minería, la técnica de enriquecimiento, el tipo de reactor, su ubicación, el factor de carga o el tiempo de funcionamiento, modifican sensiblemente los cálculos de un reactor a otro.

España ha puesto en marcha diez reactores nucleares: José Cabrera/Zorita (1968), Santa María de Garoña (1971), Vandellós I (1972), Almaraz I (1981) y II (1983), Ascó I (1983) y II (1985), Cofrentes (1984), Vandellós II (1987) y Trillo I (1988). De ellos, dos han sido cerrados, José Cabrera (2006) y Vandellós I (tras un incidente de nivel 3, en 1989) y están en proceso de desmantelamiento. La potencia acumulada es de 7.735 MW(e). Para valorar este dato, debe tenerse en cuenta que la potencia eléctrica instalada actualmente ronda los 105.000 MW, mientras que el punto más álgido de consumo en 2010 ha sido de 45.000 MW. De hecho, muchas de las centrales nucleares pasan semanas e incluso meses desconectadas de la red por distintos motivos, incluidas averías y otros incidentes. En todo caso, actualmente, las centrales nucleares suministran el 20% de la electricidad del país.

El Gobierno español mantiene una moratoria nuclear, aprobada en 1984, que paralizó los procesos de construcción ya iniciados (Valdecaballeros I y II, Lemóniz I y II, y Trillo II) y ha anunciado en repetidas ocasiones un abandono gradual de la energía nuclear. No obstante está en estudio la prolongación de la vida útil de las centrales. En julio de 2009, el gobierno español prorrogó la explotación de la central nuclear de Garoña hasta 2013. Por otra parte, desde su construcción, el almacén de El Cabril, Hornachuelos (Córdoba), guarda cerca de 30.000 metros cúbicos de residuos radiactivos de baja y media actividad (máximo de 300 años), en su gran mayoría procedentes de las centrales nucleares, lo que representa cerca de un 60% de su capacidad. Asimismo, como es bien conocido, el Gobierno ha iniciado el proceso para designar la ubicación de un nuevo Almacén Temporal Centralizado (ATC), que pueda dar cabida a los residuos de alta actividad acumulados en las distintas centrales y aquellos que se encuentran almacenados temporalmente en Francia. Por otra parte, debe mencionarse la reciente aprobación de la Ley 12/2011, de 27 de mayo, sobre responsabilidad civil por daños nucleares o producidos por materiales radiactivos, que incide de manera relevante en el sector.

El accidente de Fukushima, unido a la crisis económica, ha tenido el efecto de reavivar el debate sobre la seguridad y sobre la rentabilidad de la energía nuclear, en un escenario previsto de reducción progresiva de los combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas natural), y en el que hay que afrontar de manera urgente el cambio climático, lo que hará necesario avanzar hacia economías bajas en consumo de carbono.

Para algunos sectores, se trata de un debate esencialmente técnico, en el que deben tener un papel central los expertos en la materia, dejando en un segundo plano los puntos de vista de la opinión pública o el impacto emocional de accidentes como el de Fukushima I; un debate que debe concentrarse en la posible mejora de la seguridad, el carácter prescindible o no de la energía nuclear, y la rentabilidad económica y ambiental de la misma.

Sin embargo, la producción nuclear de energía se caracteriza por un elevado nivel de externalización de costes, que no son asumidos, más que muy parcialmente, por las empresas productoras, tales como el impacto sobre la salud de las personas y el medio ambiente (suelo, agua y aire) de la minería de uranio, el agotamiento progresivo del propio mineral —se consumen 68.000 toneladas al año, según datos de la *World Nuclear Association*—, el consumo intensivo de agua durante la operación de las centrales, la ocupación del suelo durante largos períodos de tiempo una vez terminada la vida de la central, el impacto sobre el sistema de salud en caso de episodios de radiación sobre las personas, el impacto sobre los recursos pesqueros en caso de vertidos de agua contaminadas, los riesgos específicos del transporte de material nuclear para su reprocesamiento, así como una parte importante de la gestión de los residuos y una parte sustancial de la reparación de daños en caso de accidentes, muy débilmente cubierta por los mecanismos de responsabilidad civil.

A todo ello hay que añadir la importancia de las subvenciones públicas al sector que, variando según los países, pueden incluir, entre otros mecanismos, apoyo al I+D nuclear, préstamos directos, la financiación de la clausura de instalaciones nucleares y la gestión de sus residuos, además de la responsabilidad limitada para los casos de accidente. Un estimación de solamente una parte —se excluyen los efectos de exposición humana a residuos, el impacto sobre riesgos de proliferación nuclear y terrorismo, y una parte del impacto de los accidentes nucleares— de los costes externos de la energía eléctrica de origen nuclear en la UE (a 15), del año 2003 ofrecía una horquilla de entre 12.000 y 21.400 millones de euros/año (Comisión Europea, *External Costs. Research results on socio-economic damages due to electricity and transport*, 2003). En definitiva, el supuesto carácter de energía barata que se atribuye a la que tiene origen en plantas nucleares se basa en una externalización de costes muy significativa que oculta su coste social real.

En definitiva, es el conjunto de los ciudadanos quien asume una parte notable del coste del ciclo nuclear y los riesgos eventuales de efectos adversos sobre la salud y el medio ambiente, como consecuencia de incidentes o accidentes comparables a los ya experimentados, ya sean causados por fallo técnico o por error humano, o los problemas derivados de la gestión futura, durante muy largos períodos de tiempo, de los residuos nucleares que se van acumulando (una estimación de 10.000 toneladas anuales para el conjunto de reactores, junto a largos períodos de vida activa como los 400.000 años del plutonio), por no mencionar los riesgos asociados a la proliferación de armas nucleares. También por las consecuencias que las decisiones de hoy tienen sobre muchas personas en otros lugares del mundo (como quienes habitan en las proximidades de las minas de uranio) o sobre las generaciones futuras. Y ello hace manifiestamente inapropiado dejar el debate solamente en manos de los técnicos. En este, como en otros ámbitos en que se asumen riesgos importantes, es precisa una amplia información pública y una no menos amplia participación que ponga sobre la mesa todos los aspectos económicos, ambientales, sociales y éticos que caracterizan el ciclo nuclear. Y este debate empieza a tener cierta urgencia.

El debate, por cierto, debería extenderse más allá de las fronteras de los estados y, como mínimo, alcanzar al ámbito de la Unión Europea. Si bien es cierto que las estrategias nucleares de los diferentes estados son en este momento divergentes, parece razonable que, del mismo modo que tienden a homogeneizarse las políticas en diferentes ámbitos de la protección del medio ambiente y la definición del modelo de desarrollo, una posición europea en este terreno no sería descabellada. Por otra parte, lo que está sucediendo en el ámbito de algunos estados en esta materia desde el accidente — paradigmáticamente, Alemania—, parece alentar tanto el debate interno en los demás miembros de la Unión como el avance hacia una posición común. En cualquier caso, se trata de una cuestión crucial para la seguridad y el bienestar de las personas que requiere la profundización del debate social y de los correspondientes procesos de participación en la toma de decisiones.

En definitiva, se trata de analizar los riesgos que corremos con el uso de esta tecnología y valorar los beneficios que obtenemos a cambio. Dado que esto es algo que afecta al conjunto de la sociedad, parece evidente que las decisiones que se tomen deben ser el resultado de procesos auténticamente democráticos y participativos que garanticen su legitimidad. Por otra parte, dado que el riesgo asumido se prolonga hacia las

generaciones futuras, en cualquier caso, la decisión democrática tomada en el presente debe ser matizada de acuerdo con el principio de precaución, que debería guiar el análisis de riesgos en las decisiones sociales sobre la aceptabilidad o no del uso de determinadas tecnologías.