

Energía nuclear: argumentos para unha vella polémica

Constantino Armesto Ramón, Sara González Crespo

I.B. Salvador Moreno, Marín

Abstract

To decide whether the benefits of increased nuclear energy production worldwide (reaching a terawatt in 2050, which means thousand new nuclear power plants) outweigh the harm, analyze nine factors: nuclear weapons proliferation, waste management, security, economy, alternative energy production practicable, effectiveness in the replacement of fossil fuels, increased carbon dioxide, regional imbalance in energy supply, social support.

Introdución: formulación do problema

A enerxía eléctrica é un factor crítico para o crecemento económico; a produción enerxética mundial debe aumentar para que diminúa a pobreza da poboación sen acceso á enerxía eléctrica (na actualidade 1700 millóns de persoas). E non esquecemos que dos máis de 6000 millóns de terrestres, un de cada tres vive en China ou India, que están en pleno crecemento económico.

Se, como se prevé, duplicácese o consumo de enerxía no ano 2050, J. Deutch e E. Moniz (do MIT, codirectores do estudo, *The Future of Nuclear Power*, no 2003) propón un aumento da produción de enerxía nuclear ata chegar a un terawatt, o que supón un aumento de mil centrais nucleares (IC 362: 42-49) sobre as 439 que producían electricidade no ano 2004 (IC 334: 76-83). Agora ben, é imprescindible a enerxía nuclear de fisión para fornecer a enerxía que necesitamos? Non se trata de decidir se queremos ou non a enerxía nuclear, trátase de decidir se queremos triplicar o parque mundial de centrais nucleares de fisión. É unha pregunta que reformularíamos así, nun planeta que ten biosfera os beneficios de aumentar o parque de reactores nucleares actuais superan aos prexuízos?

Metodoloxía e recursos

Para ter argumentos que nos permitan alcanzar unha conclusión imos analizar, na ampla bibliografía existente, nove factores relacionados coa enerxía nuclear: 1º proliferación armamentística, 2º xestión de residuos, 3º seguridade, 4º economía, 5º alternativas viables de produción enerxética sen enerxía nuclear, 6º eficacia, 7º aumento do dióxido de carbono, 8º desequilibrio rexional no abastecemento enerxético, 9º apoio social,.

Resultado 1: Ameaza de proliferación de armas nucleares

J. Deutch (que foi director da CIA e vicesecretario de defensa dos EEUU) e E. Moniz (que foi subsecretario de enerxía dos EEUU) escriben: “Preocupa que a expansión global da enerxía nuclear favoreza o desexo de certas nacións de contar con

armas nucleares” (IC 362: 42-49). Case todos os expertos sosteñen a mesma opinión: “As técnicas de reciclaxe actuais tamén serven para a separación do plutonio, que podería ser desviado á fabricación de armamento nuclear” (IC 306: 52-61). “Periodicamente se reprocesa ou almacena o combustible gastado na central, -contén plutonio-, que pode extraerse e utilizarse para a fabricación de armas nucleares” (IC 334: 76-83). “O plutonio que se produce nestes reactores pódese utilizar para fabricar bombas atómicas... dando ao traste cos esforzos en prol da limitación de armas nucleares” (IC 165: 48-55). “A xeración de dúas terawatios esixe a operación de 2500 reactores nucleares, así como... ríxidos impedimentos contra a proliferación de armas nucleares” (IC 170: 94-102).

Resultado 2: Xestión dos residuos radioactivos

“En España xeráronse, ata a data, unhas 1500 toneladas de residuos radioactivos de alta actividade, cuxa xestión entraña un grave problema” (IC 307: 75-79). “O enterramento terrestre a gran profundidade segue sendo a solución mellor estudada e máis amplamente recomendable do problema da eliminación de residuos nucleares” (IC 11: 6-19). “Nos Estados Unidos, a lei impón mesturar tales residuos con vidro a fin de poder retiralos a un cemiterio adecuado... Noutros países cunha importante industria nuclear foméntase o desenvolvemento de matrices (cementos, cerámicas, vidros e vitrocerámicas) que, procesadas adecuadamente, garantan a inmovilización dos residuos” (IC 307: 75-79). “A inmovilización pasa pola conversión de residuos en sólidos estables. Confinados, logo, en barreiras xeolóxicas apropiadas, búscase evitar o retorno dos radioisótopos á biosfera en niveis ou doses significativamente maiores que o seu uso inicial... Co almacenamento xeolóxico profundo preténdese crear un tipo de caixa forte para os residuos radioactivos durante uns 100 000 anos, tempo que tardan en degradarse ata o nivel da radiación natural” (IC 307: 75-79).

“O enterramento de residuos nucleares -procedentes de armas ou de centrais- no subsolo oceánico non debe confundirse co seu aloxamento nas fosas mariñas... [que] encerra un grave risco, pois concentra bidóns de residuos nun dos lugares xeolóxicamente máis inestables da Terra, sen poder anticipar onde acabaría ese material... O Grupo de Traballo sobre o Fondo Mariño chegou á conclusión de que, a pesar de haber información suficiente para avalar a viabilidade técnica desa opción [subsolo oceánico] debe investigarse máis antes de proceder ao almacenamento de residuos de alta actividade ou combustible gastado... En 1996, nunha reunión patrocinada pola Organización Marítima Internacional, a Convención de Londres sobre Protección dos Océanos prohibiu o enterramento de material nuclear no subsolo mariño” (IC 258: 20-27).

“Os residuos de alta actividade -en forma de barras de combustible gastado, que xacen en piscinas das centrais, ou en lodos gardados en depósitos de fábricas de armamento nuclear- fóronse acumulando durante máis de medio século sen que se descubriese ningún método para o seu confinamento definitivo” (IC 258: 20-27). “No medio século de era nuclear que levamos, os Estados Unidos acumularon unhas 30 000

toneladas de barras esgotadas de combustible, procedentes dos reactores nucleares, e 380 000 metros cúbicos de residuos radioactivos de alto nivel, xerados na produción de plutonio con fins militares. A pesar de longos anos de estudos e miles de millóns de dólares gastados en investigacións, nin un gramo dese material atopou acomodo definitivo. As barras, que se acumulan a un ritmo de seis toneladas por día, permanecen na súa maioría nos reactores onde se irradiaron, en estanques de auga ou, ás veces, en bidóns de aceiro sobre bases de formigón. Os residuos de alto nivel enchen enormes tanques nas instalacións gobernamentais... Algúns sufriron fugas, pondo de manifesto a apremiante necesidade dunha solución duradeira, eficaz e coherente do problema. O goberno federal reduciu en 1987 a unha as opcións a longo prazo para a eliminación de residuos: almacenalos de forma permanente en galerías escavadas nas profundidades rochosas baixo o monte Yucca... Sopesáronse outras posibilidades: afundimento dos residuos radioactivos nos fondos oceánicos ou ata o seu envío ao espazo exterior. Pero os Estados Unidos e os demais países con programas de eliminación dos residuos de alto nivel optan pola construción de cemiterios xeolóxicos profundos, como o previsto en Yucca (IC 239: 54-61).

“Os plans actuais propón un cemiterio capaz para 70000 toneladas de combustible nuclear consumido... Calcúlase que as centrais acumularían 84000 toneladas o día que caduquen as súas licenzas de explotación (IC 239: 54-61). “Se a enerxía nuclear amplíase en todo o mundo ata un terawatio, xeraranse tantos residuos de alto nivel e combustible gastado... como para encher unha instalación do tamaño do depósito de monte Yucca cada tres anos e medio” (IC 362: 42-49). “Dedicouse particular atención ao estudo da exposición dos humanos aos materiais radioactivos dun cemiterio. Investigáronse decenas de situacións posibles. Na posibilidade que mereceu maior reflexión, os bidóns se corroen, a auga arrastra elementos radioactivos (radionúclidos) do combustible consumido ou dos residuos de alto nivel vitrificados e transpórtaos ata as augas freáticas. Nesta situación, as persoas quedarían expostas se usasen a auga para calquera dos fins habituais: beber, lavar ou regar... A probabilidade de que as persoas entren algún día en contacto cos radionúclidos do monte Yucca e a magnitude da dose que recibirían dependen de moitos factores. Algúns poden cuantificarse bastante ben para calquera tempo futuro; outros non” (IC 239: 54-61). “Discutiuse bastante sobre a estabilidade que tería un cemiterio no monte Yucca. Volvéronse a repetir dúas obxeccións esgrimidas e estudadas noutros lugares: a de maior calado refírese á posibilidade de criticidad nuclear -unha reacción en cadea automantenida- cando os residuos disolvéense e desprazasen pola montaña; a outra obxección céntrase na posibilidade de que as augas freáticas subisen ata mergullar o cemiterio... Estes dous motivos de inquietude non valerán moito por si mesmos, pero resaltan a incerteza inherente a toda proxección analítica dun futuro afastado” (IC 239: 54-61).

“Nestes momentos a única verdadeira alternativa ao cemiterio é o almacenamento a longo prazo na superficie” (IC 239: 54-61). “O almacenamento ao descuberto dos combustibles consumidos é unha medida provisional ben asentada

técnica e economicamente. Pero non garante a conservación segura e eficaz duns materiais perigosos que existirán durante miles de anos” (IC 239: 54-61). “O goberno de Estados Unidos realizará ao longo dos próximos 75 anos, nun vasto deserto ao sueste do estado de Wáshington, o maior proxecto de obras públicas da historia do mundo. Cando estea concluído, tras un investimento duns 50 000 millóns de dólares... apenas se haberá outra cousa que residuos nucleares, millóns de toneladas de residuos nucleares, reclusos nunha extensa meseta: desde chans contaminados ata reactores enteiros... Ese é o futuro do recinto de Hanford... os seus 1450 quilómetros cadrados fóronse degradando desde aqueles días de gloria militar e técnica ata converterse nun pesadelo onde se acumulan unhas deterioradas e contaminadas instalacións nas que cada ano gástanse, só para que sigan sendo estables ou seguras, decenas de millóns de dólares” (IC 238: 74-83).

“Antes de que se renove a construción a gran escala de centrais nucleares deben abordarse cuestións peliagudas relativas á viabilidade económica inmediata, o funcionamento máis seguro, a eficacia da xestión de residuos e a utilización de recursos; ademais, hai que ver como se impide a proliferación do armamento. En todos estes aspectos inflúe o deseño do sistema de reactores nucleares que se elixa. Os projectistas de sistemas nucleares adoptan enfoques novos en busca do éxito. Agora, ante todo, teñen moi presente o ciclo enteiro do combustible nuclear, desde a extracción do mineral ata o tratamento dos residuos, sen esquecer a infraestrutura que cada paso necesita. En segundo termo, avalían en que medida cada sistema satisfaría as necesidades actuais sen pór en perigo a prosperidade das xeracións futuras, é dicir, a viabilidade a longo prazo deses sistemas... Ante a dificultade de lograr sistemas de enerxía nuclear viables a longo prazo, cun nivel de seguridade suficientemente elevado e unha base económica competitiva, o Departamento de Enerxía de EEUU iniciou en 1999 o programa da Xeración IV” (IC 306: 52-61). Pero “Non cabe esperar a explotación comercial dos reactores de cuarta xeración ata dentro de decenas de anos” (IC 362: 42-49). Doutra banda, non se está recoñecendo que eses loables obxectivos non se lograron cos reactores que funcionan agora, case todos da xeración II?

Resultado 3: Seguridade dunha central nuclear

“A experiencia dos países industrializados puxo tamén sobre o tapete determinados puntos débiles das actuais centrais nucleares, non do todo anticipadas no momento do seu deseño. Destaquemos os erros humanos, a degradación dos materiais, os accidentes producidos por pequenos fallos en cadea e a sensibilidade económica dos proxectos nucleares á desorganización e a mala xestión” (IC 165: 48-55). “Algunhas das centrais estadounidenses funcionaban tan ben como calquera, pero outras funcionaban tan mal que facían baixar a media... Para o éxito da enerxía nuclear importa tanto a xestión adecuada como o deseño da central” (IC 165: 48-55). “A maioría dos fallos prodúcense por erros humanos ou por fenómenos sutís que eran difíciles de prever” (IC 165: 48-55). “A seguridade dos reactores, pola contra, preséntase como un problema puramente técnico, pero, desgraciadamente, non é así... o estudo da seguridade dos reactores debe tomar en consideración o factor humano como elemento fundamental...”

Tan é así que no informe da comisión presidencial dos Estados Unidos sobre o accidente de Three Mile Island... houbo pouco que dicir con respecto a posibles perfeccionamentos do proxecto... e, en cambio, fíxose unha incisiva denuncia de todas as persoas relacionadas coa garantía da seguridade do reactor” (IC 44: 10-24).

Non preguntamos se a enerxía nuclear é segura, impórtanos se todas e cada unha das 440 centrais nucleares que funcionan o son. Un accidente nunha industria química é un sinistro, nunha planta nuclear é unha catástrofe. Aínda supondo que as centrais francesas ou norteamericanas sexan razoablemente seguras, pode garantirse o mesmo grao de seguridade en países con menor desenvolvemento tecnolóxico? Nos anos oitenta os enxeñeiros nucleares franceses e norteamericanos garantían que non podía ocorrer un accidente como o de Chernóbil e tiñan razón... coas centrais que fabricaban eles. E as demais? Aínda supondo que algunhas centrais nucleares sexan aceptablemente seguras, se se instalasen mil novas centrais nucleares cabe pensar que algúns países non serán tan esixentes en asuntos de seguridade e os técnicos non terán a preparación necesaria (así sucedeu nas repúblicas da antiga Unión Soviética e así sucede coas industrias químicas nalgúns países en desenvolvemento) polo que, inevitablemente, catástrofes como a de Chernóbil volverán ocorrer. “No caso de 2 TW, un escape destas características [un escape masivo de radiactividade dun moderno reactor de auga lixeira] podería ocorrer cada 40 anos... Trátase dunha frecuencia de xeito evidente inaceptable” (IC 170: 94-102).

“Os trágicos sucesos do 11 de setembro de 2001 expón inquietantes dúbidas acerca da vulnerabilidade das instalacións nucleares ante ataques terroristas... Débenos preocupar tal continxencia? A resposta é si e non... O talón de Aquiles das centrais nucleares ha de buscarse nas instalacións de almacenamento transitorio do combustible de nuclear consumido” (IC 306: 61).

“De múltiples formas unha fracción moi importante da poboación humana pode verse exposta a cantidades perigosas de radiactividade: a consecuencia inevitable dunha guerra nuclear, por limitada que se lle supoña; tras un accidente nun reactor nuclear que causase a explosión da vasilla de contención, o que permitiría que o material do núcleo do reactor escapase á atmosfera; por descarga inadvertida de auga ou de gases dun reactor que porten núclidos radioactivos, creando o perigo dunha exposición á radiación dunha magnitude menor; e, para rematar, por mor dun accidente nas fases de fabricación, transporte, reprocesado ou almacenamento de materiais radioactivos para reactores ou armas nucleares” (IC 57: 8-16). “A vaporización dos núcleos dos reactores con armas atómicas constitúe un método eficaz para destruír e devastar grandes zonas dunha nación. Sen ningún xénero de dúbidas, esperando as condicións climáticas adecuadas, un país belixerante disposto a realizalo, ou en situación desesperada, podería arrasar unha fracción substancial da capacidade industrial da súa antagonista cunha soa arma termonuclear. Por exemplo, un ataque a un reactor no val dos ríos Rhin e Neckar podería volver inhóspita un terzo de Alemaña Occidental, un área de case 250 000 quilómetros cadrados, ao longo dun mes ou máis” (IC 57: 8-16).

O relato do embaixador de Ucraína nos EEUU, Yuri Shcherbak (IC 237: 46-51) é esclarecedor: “O goberno ucraíno... vese obrigado a gastar máis do 5 por cento do seu orzamento para paliar as consecuencias de Chernóbil”. “Tres millóns de persoas ás que se lles recoñeceu oficialmente que foron vítimas da catástrofe”. “A considerable contaminación dos sedimentos do río Dniéper e o seu afluente o Pripyat, que fornecen auga a 30 millóns de persoas. Os sedimentos do Pripyat xunto a Chernóbil conteñen, estímase, 10 000 curies de estroncio 90, 12 000 de cesio 137 e 2 000 de plutonio”. “Non é esaxerado dicir que, polo que se refire á caída das partículas radioactivas -aínda que non, claro, polos seus efectos térmicos e explosivos-, o accidente foi comparable a un bombardeo nuclear de magnitude media”. “Máis de 260 000 quilómetros cadrados do territorio de Ucraína, Rusia e Bielorrusia teñen máis dun curie por quilómetro cadrado de contaminación con cesio 137. Dado ese nivel, recoméndase un exame médico anual aos residentes”. Sobre o número de mortos como consecuencia do accidente (no accidente foron 31), outra vez transcribimos literalmente: “32000 mortos. Uns cálculos arrojan unha cifra maior, outros menor, pero creo que unha cifra desa magnitude é defendible”. “Chernóbil non foi un desastre máis do estilo dos que a humanidade sufriu ao longo da historia, como incendios, terremotos ou inundacións. É un suceso de novo cuño con repercusións en toda a biosfera. Caracterízase pola presenza de miles de refuxiados ambientais, pola contaminación duradeira do chan, a auga e o aire, e, posiblemente, por unha deterioración irreparable dos ecosistemas”.

Resultado 4: Custo da electricidade nuclear

“Recordarán o esaxerado optimismo que houbo nun principio, cando se dicía que [a enerxía nuclear] sería demasiado barata para medila” (IC 362: 42-49). “A electricidade dunha nova central nuclear sería hoxe máis custosa que a dunha planta nova de carbón ou gas. O estudo de 2003 do MIT, antes aludido, calculaba que os novos reactores de auga lixeira producirían electricidade a un custo de 6,7 centavos de dólar por kw-h... Baixo hipóteses equivalentes, estimamos que unha nova central de carbón produciría electricidade a un custo de 4,2 centavos por kw-h” (IC 362: 42-49). “A razón máis importante que aducen as compañías [de EEUU] para considerar pouco atractiva a enerxía nuclear reside no elevado custo dunha central... Por que se encareceron tanto as centrais nucleares... Entre as causas hai que citar a dilatación do tempo necesario para a súa construción. As centrais que entraron en servizo entre 1983 e 1985 tardaron unha media de 10 anos en teitarse... Os tipos de interese e a inflación dos últimos anos foron determinantes” (IC 117: 58-70).

“Toda construción nuclear nos EE.UU debe enfrontarse a difíciles problemas económicos relativos aos custos e financiamento do capital. O problema é que a actual xeración de centrais nucleares, representada polos tres deseños avanzados de reactor de auga ordinaria... producen electricidade a un custo de 1500 dólares por kilowatt, que talvez non sexa suficientemente competitivo como para renovar a construción de centrais nucleares... Por riba, as instalacións da seguinte xeración haberán de terminarse nuns tres anos para que os custos de financiamento non se desbocasen” (IC 306: 52-61). “A enerxía nuclear móstrase competitiva en prezos, no entanto os seus altos custos de

investimento (1500 euros/kw), grazas aos seus baixos custos de combustible e de operación e mantemento” (IC 363: 74-80).

O custo da enerxía nuclear é sobre todo financeiro, polo que atrasos na construción dunha central chegan a dobrar o seu prezo. A última central europea en construción de Olkiluoto (Finlandia) xa leva dous anos de atraso e estímase pode custar un 300 % máis dos previsto e un 400 % por encima das estimacións do informe do MIT¹.

“A Lei de Política Enerxética [EEUU] de 2005 incluíu algunhas provisións importantes, como un incentivo fiscal de 1,8 centavos por kw-h a favor das novas centrais nucleares durante os seus primeiros oito anos de funcionamento” (IC 362: 42-49). “Os altos custos de investimento da enerxía nuclear deberán ter garantida a súa recuperación nos mercados, mediante contratos estables a longo prazo de venda de enerxía” (IC 363: 74-80). John Rowe, presidente de Exelon, o principal operador nuclear de EEUU, dicía en 2008: Os custos asustan. Habemos de atopar novas formas de compartir o risco. A lei aprobada polo presidente de EE.UU George Bush contempla avais que cobren ata o 80 % do investimento nunha central nuclear².

“A economía xeral dunha fonte enerxética depende non só dos custos directos, senón tamén dos que os economistas chaman externalidades, os dificilmente cuantificables custos dos efectos externos que resultan da explotación desa fonte... Aínda que difíciles de estimar, as comparacións económicas que non teñen en conta as externalidades non responden á realidade, senón que resultan engañosas” (IC 353: 14-22). “En xaneiro de 2002 avalíouse en máis de 600 millóns de euros o custo total do desmantelamento desta central [Maine Yankee]... Cifras asombrosas se llas compara cos 231 millóns de dólares que custou construír a planta nos anos sesenta e setenta” (IC 320: 6-16). Se se pretende valorar a rendibilidade total dunha central nuclear deberíanse contabilizar os custos non só durante a construción e o período operativo da central senón tamén no desmantelamento, no transporte e almacenamento seguro dos residuos, e incluír estes custos nas correspondentes análises económicas de custo-beneficio³.

Resultado 5: Existen alternativas viables de crecemento da produción enerxética sen aumento do parque de reactores nucleares?

Achegámonos ao límite que separa as emisións de dióxido de carbono á atmosfera con consecuencias perigosas das que só producen inconvenientes. A fronteira coincide cunha concentración de dióxido de carbono na atmosfera próxima ao dobre da que existía antes de iniciarse a revolución industrial. R. Socolow e S. Pacala (IC 362:

¹ Marcel Coderch: “Renacimiento nuclear: un parto con fórceps”. *El País*, 2-6-2008, pp. 33

² Idem

³ Marcel Coderch: “James Lovelock y el Espejismo Nuclear: De Gaia a Westinghouse”, 20-6-2004, en www.crisisenergetica.org

12-19) elaboraron un plan para estabilizar as emisións de carbono no nivel actual (ano 2006), durante os próximos cincuenta anos, mentres a economía do mundo segue crescendo. Para conseguilo deben ser elixidas sete técnicas (cuñas) desta lista non exhaustiva:

1. Elevar o rendemento de dous mil millóns de coches, de 8 a 4 litros cada 100 quilómetros.
2. Reducir de 16000 a 8000 a quilometraxe anual de dúas mil millóns de coches.
3. Reducir un 25 % o consumo eléctrico de fogares, oficinas e tendas.
4. Elevar do 40 % ao 60 % o rendemento de 1600 grandes centrais térmicas de combustión de carbón.
5. Substituír 1400 grandes centrais térmicas de combustión do carbón por centrais de combustión de gas.
6. Instalar CAC (captura e almacenamento de dióxido de carbono) en 800 grandes centrais de combustión de carbón.
7. Instalar CAC nas centrais de carbón que producen hidróxeno para 1500 millóns de vehículos.
8. Instalar CAC nas centrais que producen combustibles sintéticos (a terceira parte da produción total de petróleo) a partir do carbón.
9. Duplicar a produción nuclear actual para substituír ao carbón.
10. Multiplicar por 40 a enerxía eólica para substituír ao carbón.
11. Multiplicar por 700 a enerxía solar para substituír ao carbón.
12. Multiplicar por 80 a enerxía eólica para producir hidróxeno de uso na locomoción.
13. Propulsar 2000 millóns de vehículos con etanol obtido dun sexto das terras cultivables do mundo.
14. Deter toda a deforestación.
15. Estender as técnicas agrícolas que non removen o chan no cen por cento dos terreos cultivados.

Resaltamos que é posible aumentar a produción de enerxía mundial, sen aumentar as emisións de dióxido de carbono e sen recorrer á enerxía nuclear.

Resultado 6: Eficacia do aumento do parque de reactores para substituír aos combustibles fósiles

“Existe uranio suficiente para instalar 1000 reactores nos próximos 50 anos e facelos funcionar durante todo o seu período de vida de 40 anos” (IC 363: 74-80). “Examinemos que sucedería se a capacidade de xeración de electricidade por medio da fisión nuclear mantivécese constante, en 400 GW... para cubrir a demanda de uranio dos próximos 100 anos, precisaranse de 6 a 7 millóns de toneladas, cifra equivalente ás reservas mundiais de uranio estimadas” (IC 170: 94-102).

No ano 2006 existían no mundo 440 centrais nucleares comerciais en funcionamento (IC 353: 14-22) localizadas en 31 países; os seis principais produtores - Estados Unidos, Francia, Xapón, Alemaña, Rusia e Corea do Sur- xeraban as tres cuartas partes do total. No ano 2000, a enerxía nuclear proporciona o 7 % do consumo mundial de enerxía primaria e un sexto da electricidade mundial; os combustibles fósiles (carbón, petróleo e gas natural) o 80 % e os dous terzos da electricidade; e as enerxías renovables (biomasa e hidroeléctricidade incluídas) o 13 % e un sexto⁴.

“Prevese que o consumo enerxético anual polo menos duplicarase nos próximos 50 anos [2000 ao 2050]” (IC 363: 74-80). “A enerxía nuclear triplicábase para o ano 2050, ata xerar un millón de megawatt” (IC 362: 42-49). Ata aumentando a produción de enerxía nuclear máis do triplo da actual pódese estimar⁵ que no ano 2050, a enerxía nuclear proporcionaríaa o 25 % da electricidade mundial, os combustibles fósiles o 50 % e as enerxías renovables o 25 %. E no que se refire á demanda mundial de enerxía primaria os combustibles fósiles (carbón, petróleo e gas) proporcionarían o 70 %, as renovables o 15 % e a enerxía nuclear o 15 %.

“Alcanzar un terawatt de enerxía nuclear cara ao ano 2050 presenta unha dificultade formidable. Habería que instalar preto de 2000 megawatt ao mes (unhas dúas centrais grandes) e investir dous billóns de dólares ao longo de varias décadas. Nos próximos dez anos habería que empeñarse enerxicamente en reducir os custos das centrais de enerxía, facerse cargo dos residuos nucleares e instaurar un ciclo de combustible internacional que non fomentase a proliferación do armamento nuclear” (IC 362: 42-49).

E os reactores de cuarta xeración non solucionan o problema. “Se empezásemos hoxe, o primeiro reactor rápido entraría en funcionamento dentro duns quince anos” (IC 353: 14-22), pero -replica Sylvain David no mesmo artigo- “Segundo os estudos realizados en Francia, a substitución de todos os reactores térmicos por reactores de neutrones rápidos, de empezar en 2040, non podería concluírse senón en 2090. Como cabe imaxinar que un país menos nuclearizado que Francia -é dicir, todos- poida basear o seu desenvolvemento nuclear só nos reactores rápidos?”.

Resultado 7: Emite dióxido de carbono unha central nuclear?

⁴ European Commission (2007): “World Energy Technology Outlook – 2050 – WETO H₂”. Luxemburg, Office for Official Publications of the European Communities.

⁵ Idem

As emisións de dióxido de carbono (medidas en gramos de carbono por kwh eléctrico) das diferentes técnicas enerxéticas débense á suma do consumo do combustible e aos procesos industriais que o producen. Fixándonos no primeiro sumando: o carbón emite 270, o gas natural 178 e as renovables e a nuclear 0 (IC 363: 74-80). Pero se atendemos ao segundo sumando: a produción de enerxía nuclear emite 33 durante o ciclo completo (minería, conversión, enriquecemento, fabricación do combustible, construción e funcionamento da planta) segundo Uwe R. Fritsche (2006); outros estudos mostran valores máis altos desde 30 a 60 (IEA 1994; CRIEPI 1995) ata 120 (van Leeuwen/Smith 2004)⁶.

Resultado 8: Desequilibrio rexional no abastecemento enerxético

En 2005, a dependencia da enerxía importada na UE era do 52,3 % (España: 81,2 %; no ano 2007, 78 %). Os combustibles fósiles da UE, dos que procede ao redor do 80 % da enerxía que consome, estanse esgotando a un ritmo maior que os do mundo. A UE depende cada vez máis das importacións e, xa que logo, cada día é máis vulnerable ao impacto da subministración e dos prezos. Concretamente, para 2030, a dependencia das importacións de gas e de petróleo pasará do 57 % e 82 % actual ao 84 % e 93 %, respectivamente⁷. O aumento da seguridade da subministración consiste en non depender dunha única forma de enerxía nin duns poucos países provedores; trátase de producir máis enerxía na UE e, cando sexa necesario, asegurarse a subministración procedente doutras rexións estables do mundo.

As centrais nucleares (152 na UE, 6 en España) producen a terceira parte da electricidade que consome a UE e o 27 % da que consome España. “Na Unión Europea... necesitaríanse... a instalación de máis de 300 GW (máis de 300 centrais nucleares) nos próximos 25 anos” (IC 363: 74-80). Para garantir a subministración enerxética español, o Foro Nuclear⁸ reclama a instalación de 11 gigawatts de enerxía nuclear (entre sete e once centrais nucleares), durante o período 2008-2030.

“A Unión Europea ha de responder a verdadeiros retos enerxéticos, tanto no que se refire á sustentabilidade e ás emisións de gases de efecto invernadoiro, como á seguridade da subministración e á dependencia respecto das súas importacións, sen esquecer a competitividade e a plena realización do mercado interior da enerxía”⁹. Para

⁶ Uwe R. Fritsche (2006): “Comparison of Greenhouse-Gas Emissions and Abatement Cost of Nuclear and Alternative Energy Options from a Life-Cycle Perspective”. Öko-Institut, Darmstadt, en www.oeko.de

⁷ Comisión Europea (2008): “La lucha contra el cambio climático. La Unión europea lidera el camino”. Luxemburgo, Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades europeas.

⁸ Santos M. Ruesga (2008): “Análisis Económico de un Proyecto de Ampliación de la Producción Eléctrica Nuclear en España”. Foro Nuclear (España), en www.foronuclear.org/pdf

⁹ Comunicación de la Comisión al Consejo Europeo y al Parlamento Europeo, de 10 de enero de 2007, «Una política energética para Europa».

conseguir eses obxectivos a UE pretende¹⁰: 1º aforrar o 20 % de consumo de enerxía previsto para o ano 2020, a través da mellora da eficiencia enerxética. 2º Aumentar ata o 20 % a cota de enerxía renovable no consumo global de enerxía, é dicir, practicamente triplicar o nivel actual de aquí a 2020. 3º Desenvolver as tecnoloxías de captura e almacenamento do carbono na produción de enerxía con combustibles fósiles. 4º “Corresponde á discreción dos Estados membros a decisión de utilizar ou non enerxía nuclear?”¹¹.

Para lograr a diversificación cara a un maior uso de enerxía local non é imprescindible ampliar o parque de centrais nucleares, pódese conseguir ese obxectivo coas enerxías renovables (hidroeléctrica, eólica, solar, biomasa) e as fósiles con captura e almacenamento do dióxido de carbono.

Se se instalasen unhas mil novas centrais nucleares no mundo, o negocio sería, sobre todo, para os Estados Unidos e a Unión Europea, agora ben, o que é bo para quen se enriquece coa industria nuclear non é necesariamente bo para a humanidade.

Resultado 9: Apoio social

Consideramos o eurobarómetro de xaneiro 2007 sobre as tecnoloxías enerxéticas na Unión Europea dos 25. Fixámonos no diagrama QD4 Are you in favour or opposed to the use of these different sources of energy in (OUR COUNTRY)? O diagrama avalía o nivel de aceptación pública de nove fontes de enerxía (solar, eólica, hidroeléctrica, oceánica, biomasa, petróleo, gas, carbón, nuclear). No primeiro lugar da clasificación da enquisa de aceptación pública aparece a enerxía solar, que conta cun 80 % de partidarios (un 2 % declárase opositor, un 14 % dubidoso, non contesta o 4%). A enerxía nuclear ocupa o último lugar da clasificación: ten un 20 % de partidarios (o 37 % declárase opositor, o 36 % dubidoso, non contesta o 7 %).

Conclusiones

Para decidir se os beneficios da construción de mil novas centrais nucleares superan aos prexuízos debemos facer un balance dos nove factores.

Beneficios: o seu custo é competitivo coas fontes de enerxía fósiles; emite pouco dióxido de carbono, como as renovables; reduce a dependencia enerxética exterior.

Prexuízos: se a UE e EEUU deciden construír novas centrais nucleares non hai razón algunha que impida a outras nacións facer o mesmo: o armamento nuclear estenderase no planeta, co risco de que algúns estados que hoxe resolven os seus conflitos con armas convencionais, farano mañá con armas nucleares; tampouco é desdeñable o perigo que un estado con tecnoloxía nuclear caia en mans de extremistas que entreguen o arma nuclear a terroristas. Os residuos nucleares almacenaranse e

¹⁰ Idem

¹¹ Idem

transportaranse por algúns estados sen capacidade técnica, polo que a contaminación radioactiva de zonas do planeta será inevitable; non se poderá garantir a seguridade de todas as centrais, algunha se xestionará con medios humanos non preparados, polo que outro Chernóbil será inevitable; non resolve o problema de proporcionar unha fonte de enerxía limpa indefinida, senón aprázao; existen solucións alternativas para conseguir un modelo de produción enerxética sostible; a maioría da poboación non quere a enerxía nuclear.

Conclusión: neste momento cremos que os prexuízos superan aos beneficios, polo que non recomendamos ampliar o parque de centrais nucleares, polo menos, no noso planeta.

Aplicación didáctica

Inspirados na metodoloxía do grupo Argo¹² organizamos un debate entre os alumnos dunha clase de 1º de bacharelato. Dedicámoslle 9 sesións do mes de xuño do curso 2007-08. O obxectivo era estudar o tema primeiro e decidir despois se se autorizaba, ou non, a construción dunha central nuclear no municipio de Caldas. Dividimos a clase en cinco grupos de catro ou cinco alumnos cada un; e asignamos a cada grupo un papel: 1º propietarios da central nuclear, 2º empresarios da comarca interesados na súa construción, 3º ecoloxistas contrarios á enerxía nuclear, 4º agrupación de asociacións de veciños e de pescadores de Arousa contraria á central, 5º goberno que organiza o debate e toma a decisión final. Entregamos artigos de *Investigación y Ciencia*, documentos de Greenpeace e fotocopias da prensa diaria aos diferentes grupos; os alumnos ampliaron a información noutras fontes. A decisión que tomou o grupo de alumnos que desempeñaba o papel de goberno fundamentouse, preferentemente, en argumentos económicos.

Bibliografía (cronolóxica)

1. Bebbington, W.: “El reprocesado de los combustibles nucleares”, *Investigación y Ciencia*, n.º 5, febrero 1977, pp. 4-17.
2. Vendryes, G.: “Superphénix: Un reactor reproductor a escala industrial”, *Investigación y Ciencia*, n.º 8, mayo 1977, pp. 4-14.
3. Cohen, B.: “La eliminación de los residuos radiactivos”, *Investigación y Ciencia*, n.º 11, agosto 1977, pp. 6-19.
4. Olander, D.: “La centrifuga de gas”, *Investigación y Ciencia*, n.º 25, octubre 1978, pp. 6-13.
5. Lewis, Harold: “La seguridad de los reactores de fisión”, *Investigación y Ciencia*, n.º 44, mayo 1980, pp. 10-24.
6. Fetter, S. y Tsipis, K.: “Liberaciones catastróficas de radiactividad”, *Investigación y Ciencia*, n.º 57, junio 1981, pp. 8-16.

¹² Grupo Argo (2005): “Las plataformas petrolíferas”. Papeles Iberoamericanos. Didáctica CTS+I. Ed. Grupo Norte, Gijón (Asturias).

7. Agnew, H.: "Reactores nucleares refrigerados por gas", *Investigación y Ciencia*, n.º 59, agosto 1981, pp. 6-15.
8. Lester, R.: "Nuevas estrategias para la energía nuclear", *Investigación y Ciencia*, n.º 117, junio 1986, pp. 58-70.
9. Golay, M. y Todreas, N.: "Reactores avanzados de agua ligera", *Investigación y Ciencia*, n.º 165, junio 1990, pp. 48-55.
10. Häfele, W.: "Energía nuclear", *Investigación y Ciencia*, n.º 170, noviembre 1990, pp. 94-102.
11. Shcherbak, Y.: "Chernóbil, diez años después", *Investigación y Ciencia*, n.º 237, junio 1996, pp. 46-51.
12. Zorpette, G.: "Cementerios nucleares", *Investigación y Ciencia*, n.º 238, julio 1996, pp. 74-83.
13. Whipple, C.: "Almacenamiento de residuos nucleares", *Investigación y Ciencia*, n.º 239, agosto 1996, pp. 54-61.
14. Hollister, C. y Nadis, S.: "Almacenamiento de residuos en el subsuelo oceánico", *Investigación y Ciencia*, n.º 258, marzo 1998, pp. 20-27.
15. Lake, J.; Bennet, R. y Kotek, J.: "Nueva generación de la energía nuclear", *Investigación y Ciencia*, n.º 306, marzo 2002, pp. 52-61.
16. Rincón, J. M.^a y Romero, M.: "Vitrificación de residuos radiactivos", *Investigación y Ciencia*, n.º 307, abril 2002, pp. 75-79.
17. Wald, M.: "Desmantelamiento de las centrales nucleares", *Investigación y Ciencia*, n.º 320, mayo 2003, pp. 6-16.
18. Kazimi, M.: "El torio, combustible nuclear", *Investigación y Ciencia*, n.º 334, julio 2004, pp. 76-83.
19. Meshik, A.: "Los antiguos reactores nucleares de Oklo", *Investigación y Ciencia*, n.º 352, enero 2006, pp. 56-63.
20. Hannum, W. H.; Marsh, G. E. y Stanford, G. S.: "Residuos nucleares", *Investigación y Ciencia*, n.º 353, febrero 2006, pp. 14-22.
21. Glaser A. y Von Hippel, F.: "Almacenamiento seguro del uranio altamente enriquecido", *Investigación y Ciencia*, n.º 355, abril 2006, pp. 24-31.
22. Deutch, J. y Moniz, E.: "La opción nuclear", *Investigación y Ciencia*, n.º 362, noviembre 2006, pp. 42-49.
23. Socolow, R. y Pacala, S.: "Plan para estabilizar las emisiones de carbono", *Investigación y Ciencia*, n.º 362, noviembre 2006, pp. 12-19.
24. Tagle González, J. A.: "¿Existe un futuro para la energía nuclear?", *Investigación y Ciencia*, n.º 363, diciembre 2006, pp. 74-80.