

Eduard Rodríguez Farré y Salvador
López Arnal

***¿NUCLEARES? NO
GRACIAS***

COPYLEFT 2011

Eduard Rodríguez Farré y Salvador López
Arnal

Intervenciones antinucleares

Copyleft 2011

Este libro de Eduard Rodríguez Farré y
Salvador López Arnal es de propiedad
pública.

***PARA EL MOVIMIENTO ANTINUCLEAR:
DEMOCRÁTICAMENTE PARTICIPATIVO,
SOCIALMENTE ACTIVO, DOCUMENTADO,
TENAZ, PACIENTE, POLÍTICAMENTE NO
CEGADO Y, POR SI FUERA POCO, CON
IMPORTANTES ÉXITOS EN SU HABER.***

***PARA EL ANTINUCLEAR PACO RABAL, IN
MEMORIAM.***

Ningún otro período de la historia ha sido más impregnado por las ciencias naturales, ni más dependiente de ellas, que el siglo XX. No obstante, ningún otro período, desde la retractación de Galileo, se ha sentido menos a gusto con ellas. Esta es la paradoja que los historiadores del siglo deben lidiar.

Erik Hobsbawn, Historia del siglo XX.

Aparte de negar la existencia de un método universal y reconocer que la ciencia es falible y su práctica inherentemente social, se pueden entender las observaciones anteriores de una manera decididamente conservadora. A partir de ellas, se podría concluir que no considero apropiado un análisis social y político, en sentido fuerte, de la práctica científica, se podría suponer que creo que en la ciencia contemporánea todo es correcto y que seguirá siéndolo mientras permanezca autónoma y esté protegida de influjos sociales políticos. Esto queda muy lejos de mi postura... No soy el único, en absoluto, en considerar las tendencias sociales del mundo contemporáneo con desmayo y alarma. El abismo entre ricos y pobres, y entre países desarrollados y subdesarrollados se ensancha, se destruye el medio ambiente, se vislumbra la amenaza de aniquilación. Los problemas políticos y sociales a los que nos enfrentamos son urgentes y vitales. No creo que se ayude a esa causa considerando la ciencia como una conspiración masculina capitalista, que no se puede distinguir de la magia negra o el vudú.

Alan Chalmers (1990), La ciencia y cómo se elabora.

Quiere decir, o sea, así lo sugiere, este cuadro: a lo largo de los milenios, el cosmos se llenó de basura, es decir, de los residuos de las civilizaciones, con los que nada podía hacerse y que estorbaban las investigaciones astronómicas y los viajes cósmicos. Entonces construyeron unas gigantescas incineradoras con una temperatura muy alta para quemar toda aquella basura. Han de tener una masa muy grande para así atraer esa basura, el vacío se limpia poco a poco y así tenemos las estrellas, que son precisamente esos fuegos, mientras que las nebulosas oscuras son las basuras que aún no se consumieron.

Stanislaw Lem, Congreso de futurología.

ÍNDICE

PRESENTACIÓN: MALOS TIEMPOS PARA LA LÍRICA Y LA INDUSTRIA NUCLEAR.

1. GLOSARIO (ANTINUCLEAR) SOBRE LA ENERGÍA Y LA INDUSTRIA NUCLEAR.

2. UN MES DESPUÉS DE UNO DE LOS MAYORES ACCIDENTES NUCLEARES DE LA HISTORIA. ¡NO A LA INDUSTRIA NUCLEAR, NO LA ENERGÍA NUCLEAR!

3. LA EMBAJADORA NARBONA Y LOS COSTES INACEPTABLES DE LA INDUSTRIA NUCLEAR.

4. CUATRO MAESTROS REFLEXIONAN SOBRE LAS AVENTURAS FÁUSTICO-NUCLEARES DE UN CIVILIZACIÓN IRRESPONSABLE.

5. TIPO DE REACTORES NUCLEARES

6. REPRESIONES BÉLICO-NUCLEARES.

7. AL SERVICIO DE LOS INCESANTES DICTADOS DEL INSACIABLE PODER NÚCLEO-ELÉCTRICO.

8. UN ARGUMENTO NO CONCLUSIVO (QUE IRRUMPE DESDE LOS RIBOSOMAS CELULARES).

9. MÁS SOBRE EL LADO OSCURO (Y OCULTADO) DE LA INDUSTRIA NUCLEAR.

10. FUKUSHIMA: UN ANTES Y UN DESPUÉS DE LA INDUSTRIA NUCLEAR.

11. EL CESIO Y LAS RADIACIONES DE FUKUSHIMA

12. FRASES PRO-NUCLEARES PARA LA INDUSTRIA Y SUS INTERESADOS ALREDEDORES.

13. UNA CADENA SILOGÍSTICA SOBRE CATÁSTROFES

NUCLEARES Y EL CAPITALISMO REALMENTE EXISTENTE.

14. ¿QUIÉN MANDA REALMENTE EN EL GOBIERNO DE ESPAÑA?

15. SOBRE LA IZQUIERDA PRO-NUCLEAR

16. ENTRADA, DISTRIBUCIÓN Y ACUMULACIÓN DEL URANIO EN EL ORGANISMO

17. NI LIMPIA NI SEGURA NI BARATA... NI TAMPOCO PACÍFICA

18. ¿LOCURA ANTINUCLEAR DE LA SEÑORA MERKEL

19. LA DEFENSA NUCLEAR DE SARKOZY Y LA TEORÍA DE LA ARGUMENTACIÓN

20. ¿ES UN DISLATE IRRESPONSABLE EXIGIR EL CIERRE DE LAS CENTRALES NUCLEARES?

21. MÁS ALLÁ DE CHERNÓBIL Y FUKUSHIMA. LOS OTROS ACCIDENTES E INCIDENTES NUCLEARES

22. FABRICACIÓN DEL COMBUSTIBLE Y FUNCIONAMIENTO DE LAS CENTRALES NUCLEARES.

23. SOBRE LAS BANDERAS A LAS QUE LA IZQUIERDA HA RENUNCIADO.

24. LIMPIA, BARATA, PACÍFICA...¿Y ADEMÁS SEGURA?

25. LA INCONTENIBLE RABIETA DE UNA PUBLICISTA NUCLEAR

26. TRAGEDIA Y ENSEÑANZAS LORQUIANAS.

27. TECNOLOGÍAS HUMANAS Y RADIATIVIDAD NATURAL

28. OTRO ÉXITO DEL MOVIMIENTO ANTINUCLEAR.

**29. UNA CIUDADANÍA MASIVA Y
DOCUMENTADAMENTE ANTINUCLEAR**

**30. LAS FALSAS MONEDAS Y PROMESAS DE TEPCO Y
EL GOBIERNO JAPONÉS**

**31. MÁS SOBRE LAS PROFUNDAS Y CONSTANTES
PROLONGACIONES DE LA CATÁSTROFE DE
FUKUSHIMA**

**32. ENTREVISTA A EDUARD RODRÍGUEZ FARRÉ:
“FUKUSHIMA: UN CHERNÓBIL A CÁMARA LENTA”.**

**EPÍLOGO: UN TEXTO DE JOAN PALLISÉ: “DEMASIADO
BUENO PARA SER VERDAD”.**

PRESENTACIÓN: MALOS TIEMPOS PARA LA LÍRICA Y LA INDUSTRIA NUCLEAR

Chernóbil no fue la última advertencia. Las grandes corporaciones y el mundo de los negocios, los nudos centrales de las clases dominantes y hegemónicas del capitalismo global y globalizado, en general, no suelen atender informaciones y advertencias contrarias a sus intereses. Ni ocultar algunas disidencias, lo que cuenta siempre son las cuentas de siempre, el punto esencial del engranaje en que el estamos abocados. Para lo demás, salvadas las singulares excepciones, los oídos suelen taponarse y la mirada se ciega.

Pero dígase lo que se diga, más allá de pulsiones sistémica de muerte, el capitalismo no tiene ni abona una racionalidad suicida aunque las tentaciones no son existentes. Algunos datos dan cuenta de una cara del panorama que no debería olvidarse y que afecta nada más y nada menos que a Estados Unidos: ningún reactor nuevo desde 1979, desde el accidente de la Isla de las Tres millas; 104 reactores operativos, todos ellos empezaron a construirse entre 1968 y 1978; ningún pedido desde 1979, no se ha iniciado desde entonces la construcción de ningún reactor en EEUU, un país donde, sabido es, lo nuclear cuenta con el apoyo de los dos grandes partidos institucionales, y todo ello aunque, de hecho, el accidente de Harriburg no causara graves daños, más allá de su inmenso peligro potencial, y la central norteamericana siga funcionando con licencia para operar hasta 2034. Por otra parte, entre 1974 y 1984, sin negar el resurgimiento posterior, se cancelaron pedidos de construcción de 124 reactores.

Lo sucedido, lo que sigue sucediendo en los reactores de la central de Fukushima no es seguro que sea el último accidente nuclear. Basta pensar en las declaraciones en caliente, con la tragedia ante sus ojos y el miedo generalizado en las poblaciones, de algunos dirigentes políticos, de responsables de foros nucleares e, incluso, de algunos ingenieros y físicos nucleares, para darse cuenta de que, por ahora, la necesaria y razonable rectificación, a no ser que la ciudadanía crítica y movilizadora ponga su tonelada de arena y empuje lo que debe empujar, no está en su orden del día. Eso sí, provisionalmente, algunas prórrogas pueden dejarse en suspenso (tal vez sea el caso de Garoña que sin el accidente hubiera prorrogado su vida diez años más seguramente) y la aplicación de pactados y decisivos cambios legislativos -como el impulsado por Convergència i Unió, y ese político de derecha extrema pro-nuclear al servicio del insaciable lobby nuclear llamado Duran i Lleida- en la ley de energía sostenible pueden permanecer temporalmente en stand by. Sólo por el momento: el tiempo lo cura todo, la memoria es frágil y los beneficios por las prolongaciones son enormes y empujan como vientos huracanados y tempestades de acero. Sin embargo, que un

país como Alemania, gobernada por el centro derecha poco centrado de Angela Merkel, haya anunciado su abandono en apenas diez años de la era atómica no es una noticia que deba pasar desapercibida. Tampoco la apuesta de una potencia económica capitalista por las energías renovables. Queda, eso sí, el legado de esta apuesta científico-industrial: las inmensas cantidades de residuos radiactivos de alta radioactividad.

Que nuestra memoria no sea frágil, que acuñe bien su moneda. Para ello hemos reunido aquí materiales que hemos elaborado en estos últimos meses. Algunos de ellos han sido escritos conjuntamente; otros no. Pero los que llevan autoría única [SLA] deben su información y sus aciertos (no sus errores desde luego) al saber y compromiso de este gran científico y ciudadano republicano-internacionalista que es Eduard Rodríguez Farré, amigo, compañero y maestro.

Se diga lo que se diga, hay un antes y habrá un después del accidente de Fukushima. Japón es la tercera potencia nuclear del mundo (la segunda, tras Francia, si lo analizamos en términos de población), la tercera economía del mundo, la segunda hasta hace muy poco, y la empresa propietaria de la central, una gran corporación privada nipona, la TEPCO, en la que verdad y la transparencia no rigen, es seguramente la tercera compañía eléctrica del mundo. Ni más ni menos; en el huevo de la gran serpiente.

[RETORNO ÍNDICE](#)

Si vosotros me absolvierais con esta condición, os replicaría: Agradezco vuestro interés y os aprecio, atenienses, pero prefiero obedecer antes al Dios que a vosotros, y mientras tenga aliento y las fuerzas no me fallen, tened presente que no dejaré de inquietaros con mis interrogatorios y de discutir sobre todo lo que me interese, con cualquiera que me encuentre, a la usanza que ya os tengo acostumbrados. Y aún añadiría: O tú, hombre de Atenas y buen amigo, ciudadano de la polis más grande y renombrada por su intelectualidad su poderío, ¿no te avergüenzas de estar obsesionado por aumentar al máximo tus riquezas y, con ello, tu fama y honores, y de descuidar la sabiduría y la grandeza de tu espíritu, sin preocuparte de engrandecerlas?

Platón, *Apología de Sócrates*¹

¹ Tomado de la magnífica novela de Javier Mestre, *Komatsu PC-340*, Caballo de Troya, Madrid, 2011, p. 9.

GLOSARIO (ANTINUCLEAR) SOBRE LA ENERGÍA Y LA INDUSTRIA NUCLEAR.

Nota edición de SLA: No es imprescindible, pero en estos momentos de dilatada hecatombe nuclear no está de más un poco de precisión conceptual para guiarnos mejor entre el abigarrado caudal informativo, no siempre verdaderamente informativo, que nos rodea e inquieta. Reproducimos aquí el glosario que acompaña a *Casi todo lo que usted desea saber sobre los efectos de la energía nuclear en la salud y en el medio ambiente*, El Viejo Topo, Barcelona, 2008., pp. 265-274. Ni que decir tiene que el 99% del mérito debe figurar, figura de hecho, en el amplísimo y deslumbrante currículum de este gran científico republicano llamado Eduard Rodríguez Farré. Añado también, que el lector encontrará en el glosario joyas auténticas que van más allá, mucho más allá, de unas precisas y analíticas definiciones de diccionario. Un notabilísimo ejemplo de ello: la voz "quarks".

Recordemos, por otra parte, que finalmente, la Agencia de Seguridad Nuclear nipona ha elevado hasta 7 la gravedad del accidente de Fukushima, nivel que hasta ahora sólo había alcanzado en la historia de la industria nuclear la explosión de Chernóbil. La agencia nipona asegura, que la emisión de radiación sólo alcanza el 10% de lo que se liberó en la planta ucraniana. Vale, será eso... o no será. Eduard Rodríguez Farré lo comentó con admirable acierto muy pocos días después del accidente: Fukushima es, está siendo, un Chernobil a cámara lenta.

Sobre el concepto de "catástrofe natural" que con frecuencia se ha aireado estos días vale la pena retomar este excelente comentario del sociólogo alemán Ulrich Beck: "¿Pero Fukushima no se diferencia de Chernóbil en que los horrendos acontecimientos de Japón dan comienzo con una catástrofe natural? La destrucción no ha sido desatada por una decisión humana, sino por el terremoto y el tsunami. La categoría "catástrofe natural" se refiere a algo que no ha causado el hombre y de lo que el hombre no tiene que responsabilizarse". Sin embargo, matiza Beck, esta perspectiva es la propia de un siglo que ha quedado atrás. "El concepto es erróneo desde el momento en que la naturaleza no sabe de catástrofes, sino, en todo caso, de dramáticos procesos de transformación. Transformaciones tales como un tsunami o un terremoto solo se convierten en catástrofes en el horizonte de referencia de la civilización humana. La decisión de construir centrales nucleares en zonas sísmicas no es un fenómeno natural, sino una decisión política de la que también debe darse razón en el ámbito político". Y no solo en el caso de la construcción de centrales sino también en el de la construcción de rascacielos, añade el sociólogo alemán, "o en el de la planificación de una metrópoli como Tokio tales "catástrofes naturales" se transforman en riesgos dependientes de decisiones de las que, al menos en principio, puede responsabilizarse a quienes las

toman". Para Ulrich Beck, el caso de Japón pone de manifiesto de manera nítida "cómo se entreteje aquello que atribuimos a la naturaleza y aquello que atribuimos al poder humano".

*

ACTIVIDAD NUCLEAR: Conjunto de actividades tecnológicas directa o indirectamente implicadas en procesos de fisión y fusión nuclear, procesos en los que se escinden o fusionan núclidos con gran liberación de energía cinética o radiante (denominada radiación ionizante).

Dentro de la actividad nuclear se incluyen diferentes procesos como la extracción del mineral correspondiente, su separación y enriquecimiento, transporte, tratamiento posterior de residuos, obtención y uso de radionúclidos, etc.

La actividad nuclear tiene tres aplicaciones principales: la militar, la generación de energía y la producción artificial de radionúclidos.

ACTIVIDAD RADIATIVA: Magnitud física que mide el número de transformaciones nucleares espontáneas (desintegraciones radiactivas) por unidad de tiempo. La unidad es el becquerelio (Bq). En la práctica es una medida de cantidad de radiactividad.

ACTIVIDAD ESPECÍFICA: Caracteriza en una muestra de sustancia radiactiva la actividad de dicha muestra por unidad de masa y se expresa en Bq/g.

AEROSOL: Conjunto de [partículas](#) suspendidas uniformemente en un [gas](#). El concepto se refiere tanto a las partículas como al gas en el que las partículas están suspendidas. El tamaño de las partículas varía desde los 0,002 [μm](#) a más de 100 μm (μm: micrómetro o millonésima de metro), es decir, desde el tamaño de unas pocas moléculas hasta el tamaño en el que dichas partículas ya no pueden permanecer suspendidas en el gas.

BECQUERELIO: Unidad coherente de radiactividad del Sistema Internacional (SI) que corresponde a una desintegración nuclear por segundo (dps). La abreviatura es Bq. Esta unidad mide la actividad radiactiva independientemente de la naturaleza de la radiación emitida. Su nombre tiene su origen en el físico francés Antoine Henri Becquerel (1852-1908). De hecho, esta unidad debería ser designada como becquerel. Sustituyó al Curio (Ci) como unidad radiactiva. La medición del efecto biológico producido por las radiaciones es compleja y no se limita a la medición del número de desintegraciones sino que depende también de la naturaleza de la desintegración y del órgano afectado.

Dado que el Bq es una magnitud muy pequeña de actividad, es frecuente el uso de múltiplos del mismo, verbigracia KBq (kiloBq: mil Bq; 10^3), MBq (megaBq: millón Bq; 10^6), GBq (gigaBq: millardo Bq; 10^9), TBq (teraBq: billón Bq; 10^{12}), PBq (petaBq: billardo Bq; 10^{15}), EBq

(exaBq: trillón Bq; 10^{18}), etc. Es muy conveniente el uso de estas magnitudes del sistema métrico decimal, dada la confusión que genera el diferente valor del billón, trillón, etc. del idiosincrático sistema de medidas anglosajón (tanto imperial como de EEUU).

CAPTURA ELECTRÓNICA: Tipo de desintegración similar a la emisión beta, por su finalidad de volver más estable el núcleo de un elemento inestable. El proceso consiste en la captura por el núcleo de un electrón orbital, el cual se combina con un protón para formar un neutrón que permanece en el núcleo, emitiéndose fotones de energía similar a los rayos X y un neutrino, y transformándose en un elemento de un número atómico inferior y similar masa. Ejemplo de captura electrónica es la transformación del vanadio-48 (número atómico 23) en titanio-48 (número atómico 22) con emisión de un neutrino y rayos X.

CURIO (Ci): Antigua unidad de actividad radiactiva. En su origen fue definida como la radiactividad de un gramo de radio-226 y posteriormente se estableció que 1 Ci corresponde a 37.000 millones de desintegraciones por segundo (esto es, a 37.000 millones de becquerelios o 37 GBq).

La equivalencia del Bq con la antigua unidad de actividad, que se encuentra en la literatura científica previa a las nuevas unidades, es la siguiente: $1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Bq} = 37 \text{ GBq}$; $1 \text{ mCi (miliCi)} = 3,7 \times 10^7 \text{ Bq} = 37 \text{ MBq}$; $1 \mu\text{Ci (microCi)} = 37 \text{ kBq}$; $1 \text{ nCi (nanoCi)} = 37 \text{ Bq}$; $1 \text{ pCi (picoCi)} = 37 \text{ mBq (miliBq)}$; etc.

DESINTEGRACIÓN: Fenómeno espontáneo o provocado en el que un núclido inestable —radiactivo— se transforma en otros o modifica su nivel de energía emitiendo en el proceso radiaciones ionizantes. Los procesos más usuales de este fenómeno son la desintegración alfa, la beta, la captura electrónica, la emisión de fotones gamma y la fisión nuclear.

DESINTEGRACIÓN ALFA (α): Proceso radiactivo en el cual el núcleo atómico emite una partícula alfa constituida por dos protones y dos neutrones. La partícula α es un núcleo de helio que tiene una masa de 4 y una carga de 2+. El núclido original se transforma en otro elemento de número atómico dos unidades menor y con cuatro unidades de masa menos. La desintegración alfa sucede, por lo general, en los núclidos más pesados. Aquellos con número másico menor de 150 aproximadamente ($Z \sim 60$) raramente producen este tipo de partículas. Ejemplo de desintegración α es el caso del uranio-238 ($^{238}\text{U}_{92}$) que se transmuta en torio-234 ($^{234}\text{Th}_{90}$) al emitir una partícula α .

Las partículas α poseen una energía cinética alta de alrededor 5 MeV (megaelectronvoltios).

DESINTEGRACIÓN BETA (β): Proceso por el que un [núclido](#) inestable se transforma en otros núclidos mediante la emisión de una partícula beta que puede ser un electrón con carga negativa (β^- o negatrón) o bien positiva (β^+ o positrón), integrante este último de la antimateria. La diferencia básica entre un electrón o un positrón común y la partícula de radiación beta correspondiente es su origen nuclear, puesto que una partícula beta no es un electrón ordinario arrancado de algún orbital del átomo.

Proceso general de la desintegración β^- : un [neutrón](#) da lugar a un [protón](#), que permanece en el núcleo, y emite un [electrón](#) negativo y un [antineutrino](#). El elemento resultante es un número atómico superior al originario y de masa similar. Ejemplo de ello es la transmutación del carbono 14 (número atómico 6) en nitrógeno 14 (número atómico 7) con emisión de una partícula β^- y un antineutrino.

Proceso general de la desintegración β^+ : un [protón](#) da lugar a un [neutrón](#), que sigue en el núcleo, emitiéndose un [positrón](#) y un [neutrino](#). El elemento resultante es un número atómico inferior y masa similar. Este proceso es bastante exótico, cual es la transformación del carbono-11 (radionúclido artificial usado en medicina) en boro-11 (número atómico 5) y emisión de un positrón y un neutrino.

“DESINTEGRACIÓN” GAMMA (emisión γ): El núcleo del elemento radiactivo emite un fotón de alta energía, la masa y el número atómico no cambian, solamente ocurre un reajuste de los niveles de energía ocupados por los nucleones. La emisión gamma no constituye una desintegración propiamente dicha sino que se produce acompañando a las radiaciones alfa o beta, en las desintegraciones de este tipo, o en la desexcitación de núclidos que se encontraban en un nivel energético superior al normal de ese núclido (núclidos excitados). La radiación gamma es una onda electromagnética de alta energía y no está constituida por partículas. Esto significa que no tiene masa ni carga. Ejemplo: el cobalto-60 (número atómico 27) por emisión β^- se transmuta en níquel-60 (número 28) excitado, el cual alcanza un estado energético estable emitiendo dos radiaciones gamma en sucesión (ambas de alta energía: 1,17 y 1,33 MeV respectivamente).

DOSIS ABSORBIDA: Medida de la energía depositada por la radiación ionizante en la unidad de masa del tejido biológico atravesado. Es un valor físico cuya unidad SI es el Gray (Gy). La unidad histórica es el rad (*radiation absorbed dose*).

DOSIS EQUIVALENTE: Se obtiene multiplicando la *dosis absorbida* por una constante (o *factor de calidad*) que varía según el tipo de

radiación, la energía que lleva y el tejido en el que se encuentra. Así, para las radiaciones gamma y las beta este factor es 1, para los protones es 5, para los neutrones de 5 a 20 y para las partículas alfa de 20. Estos valores van siendo actualizados de forma permanente por el ICRP (*International Council on Radiation Protection*). La unidad de medición es el sievert (Sv).

DOSIS EFECTIVA (DOSIS EQUIVALENTE EFECTIVA): Es la dosis equivalente ponderada (corregida proporcionalmente) por la diferente sensibilidad de los distintos órganos y tejidos del cuerpo humano. Los factores de corrección se llaman factores de ponderación de los tejidos. Se mide en sievert (Sv): $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J/Kg}$. La unidad antigua era el rem: $1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem}$. Hasta hace poco este término se denominaba "dosis equivalente efectiva", pero las últimas recomendaciones de la ICRP han simplificado la denominación.

FACTOR DE PONDERACIÓN DE LA RADIACIÓN (W_R : RADIATION WEIGHTING FACTOR) [ANTES FACTOR DE CALIDAD]: Factor por el que hay que multiplicar la dosis absorbida para tener en cuenta los diferentes efectos que producen las mismas dosis absorbidas de distinto tipo de radiaciones. El resultado es la *dosis equivalente*.

ENERGIA CINÉTICA: Es la energía que posee una partícula o un cuerpo en función de su movimiento, sea rectilíneo o no.

Su definición formal sería: trabajo necesario para acelerar una partícula desde una velocidad (angular y lineal) nula hasta una velocidad (angular y lineal) dada. Las unidades del [SI](#) para la energía son el julio o Joules.

En la mecánica newtoniana, su valor es la mitad del producto de la masa del cuerpo por el cuadrado de su velocidad. La fórmula de la energía cinética toma otra expresión en la mecánica relativista y en el límite coincide con la newtoniana.

EXPOSICIÓN: Magnitud física que caracteriza la carga total de iones producida por unidad de masa de aire por una radiación (válida en aire seco). La unidad SI de exposición es el Culombio/kilogramo (C/kg). La unidad clásica es el Roentgen (R): $1 \text{ R} = 2,58 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$.

FORMACIÓN DE PARES Y ANIQUILACIÓN: Proceso en el cual una radiación γ de energía suficiente —fotón superior a 1,022 MeV— se materializa en un electrón (β^-) y un positrón (β^+) cuando pasa cerca del campo de un átomo al atravesar la materia. El fenómeno contrario a la formación de pares es el de aniquilación. Ocurre cuando un positrón interacciona con un electrón (negatrón) aniquilándose y dando lugar a dos fotones gamma en direcciones opuestas.

GRAY: Mide la radiación absorbida. 1 Gray (1 Gy) es igual a 100 rads

y equivale a la absorción de 1 julio de energía de radiación por un kilogramo de tejido irradiado (J/kg). Es una unidad de medida coherente recomendada por la Comisión Internacional de Unidades y Medidas de Radiación.

ISÓTOPO: Dos núclidos son isótopos si tienen el mismo número de protones —es decir, si pertenecen a un mismo elemento— pero tienen en cambio diferente número de neutrones. Todos los isótopos (o isotopos) de un elemento ocupan el mismo lugar en la tabla periódica de elementos y tienen las mismas propiedades químicas, pero no físicas.

MEDICINA NUCLEAR: Rama de la medicina que emplea los radionúclidos, las radiaciones nucleares, las variaciones electromagnéticas de los componentes del núcleo atómico y técnicas biofísicas afines, para la prevención, diagnóstico, terapéutica e investigación médica. Incluye tanto los estudios funcionales y morfológicos (gammagrafías, por ejemplo) como las técnicas de laboratorio y las de terapia correspondientes. Sus principales campos de acción son el diagnóstico por imagen y el tratamiento de determinadas enfermedades mediante el uso de radiofármacos. Las aplicaciones clínicas de los radiofármacos abarcan prácticamente a todas las especialidades médicas.

MEV (MEGAELECTRONVOLTIO): equivale a un millón de electronvoltios. El electronvoltio (eV) es la unidad utilizada para expresar la energía asociada con las partículas y fotones de las emisiones radiactivas y se define usualmente como el trabajo requerido para mover una unidad de carga eléctrica a través del potencial de un voltio.

NUCLEONES: Son las partículas componentes del núcleo atómico, los protones y los neutrones.

NÚCLIDO (o nucleido según el DRAE): Denominación genérica de un núcleo atómico caracterizado por su número de protones, su número de neutrones y su estado de energía. El DRAE define incorrectamente nucleido como núcleo atómico caracterizado por contener igual número de protones que de neutrones.

En la actualidad se conocen mas de 2.770 diferentes núclidos distribuidos entre los 113 elementos de la tabla periódica (naturales y artificiales). Mas de 2.510 de estos núclidos son radiactivos. La mayor parte de ellos obtenidos artificialmente en reactores nucleares y aceleradores de partículas. El concepto de núclido no es equivalente al de isótopo.

Los núclidos se dividen en *isótopos* (núclidos de un mismo elemento que tienen igual número atómico, es decir, igual número de

protones, y diferente masa atómica, es decir, diferente número de neutrones), *isóbaros* (núclidos de distintos elementos que tienen igual masa atómica y diferente número atómico), *isótonos* (núclidos de distintos elementos que tienen igual número de neutrones en el núcleo pero poseen distinto número atómico y masa atómica) e *isómeros nucleares* (elementos con diferentes estados de energía).

NÚMERO ATÓMICO: Es el número entero positivo que equivale al número total de [protones](#) en un [núcleo atómico](#). Se suele representar con la letra Z. Es característico de cada elemento y representa una propiedad fundamental del átomo: su carga nuclear. En un [átomo](#) eléctricamente [neutro](#), sin [carga eléctrica](#) neta, el número de protones ha de ser igual al de [electrones](#) orbitales. Por ello, el número atómico también indica el número de electrones y define la [configuración electrónica](#) de los átomos.

En 1913 [Henry Moseley](#) demostró la regularidad existente entre los valores de las longitudes de onda de los [rayos X](#) emitidos por diferentes metales, tras ser bombardeados con electrones, y los números atómicos de estos elementos metálicos. Este hecho permitió clasificar a los elementos en la tabla periódica en orden creciente de número atómico.

PERÍODO DE SEMIDESINTEGRACIÓN: En física nuclear el periodo de semidesintegración, también llamado *semivida*, es el lapso necesario para que se desintegren la mitad de los núcleos de una muestra inicial de una sustancia radiactiva. Se toma como referencia la mitad de ellos debido al carácter aleatorio de la desintegración nuclear.

PERSONAL PROFESIONALMENTE EXPUESTO: Grupo de población cuya dedicación laboral comporta un riesgo de irradiación superior al normal debido a la relación o proximidad a fuentes, aparatos o instalaciones de todo tipo donde se producen radiaciones ionizantes.

PESO ATÓMICO (MASA ATÓMICA): [Masa](#) de un [átomo](#) correspondiente a un determinado [elemento químico](#). Las masas atómicas de los [elementos químicos](#) se suelen calcular con la [media ponderada](#) de las masas de los distintos [isótopos](#) de cada elemento teniendo en cuenta la [abundancia relativa](#) de cada uno de ellos, lo que explica la no correspondencia entre la masa atómica en [umas](#), de un elemento, y el número de [nucleones](#) que alberga el [núcleo](#) de su isótopo más común.

La denominación peso atómico es incorrecta: la [masa](#) es propiedad del cuerpo y el [peso](#) depende de la gravedad.

PLUTONIO: De símbolo Pu, es un elemento artificial metálico radiactivo que se utiliza en reactores y armas nucleares. Su número atómico es 94. Es uno de los elementos transuránicos del grupo de

los actínidos del sistema periódico.

Los isótopos del plutonio fueron preparados y estudiados por vez primera, en 1940, por el químico estadounidense Glenn T. Seaborg y sus compañeros de la Universidad de California en Berkeley.

Se conocen quince isótopos diferentes del plutonio, con números másicos entre 232 y 246; el 244 es el más estable. El isótopo 239 se produce bombardeando uranio 238 con neutrones lentos, con lo que se forma neptunio 239, que a su vez emite una partícula beta formando plutonio 239. Este isótopo admite fácilmente la fisión y puede ser utilizado y producido en grandes cantidades en los reactores nucleares; también se utiliza para producir armas nucleares. Es extremadamente peligroso debido a su alta radiactividad.

QUARK:

*Three quarks for Muster Mark!
Sure he hasn't got much of a bark
And sure any he has it's all beside the mark*
James Joyce, *Finnegans Wake* (1939), Cap V, 2ª parte

Corría la década de los 60 del siglo XX en la Alta California (EEUU), donde también fluían los psicodélicos y demás agentes psicomiméticos, cuando en el CalTech (Instituto Tecnológico de California) Murray Gell-Mann describió unas partículas elementales constituyentes de los protones y neutrones, los cuales se consideraban hasta entonces elementos subatómicos indivisibles. Las denominó *quarks*, y se agruparon en seis sabores —*up*, *down*, *strange*, *top*, *bottom*, *charm*— y tres colores —rojo, verde, azul—. No deja de ser llamativo como estas denominaciones representan una ruptura etimológica a la par que epistemológica; claro que en la California de los sesentas hasta los físicos nucleares se habían quitado ligero y corsé, tomaban LSD y fumaban a saber qué, dando a las partículas nombres divertidos, cual es sabores, mucho antes que Ferrán Adriá trastocase la fisiología del gusto de Brillat-Savarin. Las contribuciones de Gell-Mann —gran aficionado a la literatura (de ahí el préstamo del *quark* de la tonada tabernaria del *Finnegans*) y a la ornitología— aportaron los fundamentos del modelo estándar actual de la física nuclear y dieron coherencia a la multitud de partículas elementales que se descubrían sin cesar (muones, hadrones, piones, etc). De acuerdo con este modelo la estructura del protón está constituida por tres quarks de dos sabores y tres colores: dos quarks *up* (arriba) —uno azul, otro rojo— y uno *down* (abajo) verde. De forma similar, el neutrón se construye con dos quarks *down* —uno rojo, otro verde— y uno *up* azul. Los colores en realidad representan las fuerzas o cargas cuánticas que mantienen unidos a los quarks mediante la interacción nuclear fuerte (cromodinámica cuántica). Esta unión se efectúa a través de partículas sin masa que intercambian los quarks,

denominadas gluones. La mayor parte de partículas elementales —excepto electrones, fotones y algunas otras— pueden describirse como formadas mediante la combinación de varios quarks. Abajo, arriba, extraño, encanto, fondo y cima poseen cargas fraccionarias y su masa es muy diferente (entre 7 y 5000 MeV según el orden expresado).

Lleva a reflexión observar como los conceptos utilizados en radioprotección, radiactividad y en la industria atómica son propios de la primera mitad del siglo XX, mientras que los criterios del modelo estándar nuclear no son apenas utilizados. Ello no implica que los conceptos clásicos no sean operativos, pero se encuentra a faltar una investigación aplicando a la radiobiología las teorías nucleares actuales. Quizá haya que esperar a que se encuentre el elusivo bosón de Higgs -en búsqueda desde 1960-, necesario para que el modelo estándar quede completamente cerrado (en el sentido provisional que el término "completamente" tiene siempre en el conocimiento científico honesto y más, en general, en todo tipo de conocimiento)"

RAD: Es una unidad de medición radiológica que cuantifica la dosis de radiación ionizante absorbida por una determinada masa de sustancia (rad: *radiation absorbed dose*). Un rad equivale a 0,01 julios de energía absorbida por kilo de sustancia y es la centésima parte de 1 Gray. Múltiplo habitual es el milirad (mRd).

RADIACIÓN: Transmisión de energía que se propaga sin necesidad de un soporte material, lo que la diferencia claramente de los ruidos o vibraciones que son transmisiones de energía con soporte material. La raíz "radi" hace referencia en este caso a "radial" y no a "radio" en el sentido de elemento de la "tabla periódica".

RADIACION ELECTROMAGNÉTICA: Propagación de energía en un medio —incluido el vacío— en forma de ondas electromagnéticas cuantificadas. Se denomina "fotón" a cada una de las unidades energéticas transmitidas que tienen a la vez connotaciones corpusculares y ondulatorias. La radiación electromagnética se caracteriza por los valores de frecuencia, longitud de onda y la energía asociada a cada fotón, que son tres magnitudes interdependientes. Ordenando las radiaciones electromagnéticas según el valor numérico de estas características, obtendremos el conocido espectro: ondas de radio y televisión, microondas (radar), radiación térmica, radiación luminosa, radiación ultravioleta, radiación electromagnética ionizante (rayos X, gamma y cósmicos).

RADIACION IONIZANTE: Es la radiación que produce directa o indirectamente la ionización de la materia con la que interacciona. Puede ser de tipo electromagnético (rayos X, gamma) o

exclusivamente corpuscular (alfa, beta negativa y positiva, protones, neutrones).

La exposición a las radiaciones se mide en términos de la *cantidad de dosis absorbida* respecto a la proporción de energía cedida por unidad de masa del órgano o cuerpo expuesto. La dosis absorbida se mide en joules por kilogramo (J/Kg), cuya unidad de medida es el Gray (Gy).

RADIONÚCLIDO (o radionucleido): Núclido radiactivo que se desintegra emitiendo una radiación ionizante que lo transforma en otro núclido o modifica su nivel de energía.

RADIOPROTECCION: Conjunto de actitudes, procedimientos y métodos tendentes a minimizar la irradiación a las personas, producidas por los focos emisores de radiaciones ionizantes, bien sea por exposición directa, manipulación y/o exposición indirecta. En radioprotección, se utiliza la *dosis equivalente* con el fin de poder valorar los posibles efectos biológicos de una determinada dosis absorbida.

RADIOSENSIBILIDAD: Es el estudio de la diversa resistencia a las radiaciones por parte de los diferentes órganos, individuos y/o grupos de población homogénea y especies vivas.

RADIOTOXICIDAD: Es la toxicidad debida a las radiaciones ionizantes emitidas por un radionúclido incorporado al organismo y por sus descendientes al transmutarse. No depende solo de sus características radiactivas sino también de su estado físico-químico e igualmente del metabolismo del elemento en el organismo o en un determinado órgano.

REACTORES PLUTONÍGENOS: Son en esencia similares a los electronucleares. Operan con neutrones térmicos más lentos para que el uranio-238 (no fisible) se transforme con mayor rendimiento en plutonio-239.

REM (Röntgen equivalent man): Unidad de medida de la dosis absorbida teniendo en cuenta la diferencia cualitativa de las distintas radiaciones (X, gamma, alfa, etc). El rem es el producto del rad por el factor de efectividad, el RBE (Relative Biological Effectiveness). El rem es la antigua unidad de dosis equivalente y efectiva; su valor es el de 0,01 Sv.

RESIDUO RADIOACTIVO: Material sólido, líquido o gaseoso resultante de la actividad nuclear y/o radiactiva que incorpora una fuerte concentración de radionúclidos.

RÖNTGEN (TAMBIÉN TRASCRITO ROENTGEN): La más antigua unidad de radiación ionizante, definida como la cantidad de radiación

que producirá, bajo condiciones especificadas, en un centímetro cúbico de aire, una cantidad de ionización positiva o negativa igual a una unidad electrostática de carga (una carga eléctrica que repelerá una carga similar a un centímetro de distancia con la fuerza de una dina). Denominada así por el físico alemán Wilhem Conrad Röntgen.

SIEVERT (SV): Es la unidad de *dosis equivalente* y de *dosis efectiva*. Corresponde a 100 rem y también se expresa en J/kg.

TRANSFERENCIA LINEAR DE ENERGÍA (LET DE SU SIGLAS EN INGLÉS): Es la cesión de energía por unidad de espacio recorrido que depende del tipo de radiación, de su nivel de energía y del tipo de tejido atravesado. Así, los rayos gamma ionizan de forma dispersa, por lo que se consideran de baja LET, mientras que las partículas alfa, los neutrones e iones de hierro producen una radiación ionizante condensada. Una TEL elevada produce un daño agrupado (*clustered*) en un espacio de longitud corta.

TRATADO DE NO PROLIFERACION NUCLEAR (TNP O NPT: NUCLEAR NON-PROLIFERATION TREATY). Es un tratado, firmado por primera vez el 12 de junio de [1968](#), que restringe la posesión de armas nucleares. La gran mayoría de los estados soberanos, 189 en total, forman parte del tratado. Sólo a cinco países se les permite en el tratado la posesión de esas armas: [Estados Unidos](#) (firmante en 1968), [Reino Unido](#) (también en 1968), [Francia](#) (en 1992), la [Unión Soviética](#) (en 1968, sustituida en la actualidad por [Rusia](#)) y la [República Popular de China](#) (en 1992). EEUU, Reino Unido y la ex URSS eran los únicos países que poseían armas nucleares en aquella lejana fecha. Estos tres países, más Francia y China, son también los cinco miembros permanentes del [Consejo de Seguridad de Naciones Unidas](#). Estos cinco Estados nuclearmente armados se comprometen a no transferir tecnología sobre armas nucleares a otros países, y los Estados no nuclearmente armados (NNWS) se comprometen a no tratar de desarrollar armas nucleares. Los cinco Estados han hecho promesa de no utilizar armas nucleares contra Estados no nuclearmente armados, salvo en respuesta a un ataque nuclear o un ataque con armas convencionales en alianza con un Estado nuclearmente armado.

De cualquier forma, estas promesas no han sido formalmente incorporadas al Tratado, y los detalles concretos han cambiado con el tiempo. Los Estados Unidos, por ejemplo, han concretado que pueden responder con armas nucleares en respuesta a un ataque con armas de destrucción masiva, como las [armas químicas](#) o biológicas, ya que los Estados Unidos pueden no utilizar esas armas como represalia. El ministro de Defensa Británico, Geoff Hoon, también ha invocado explícitamente la posibilidad del uso de las armas nucleares nacionales en respuesta a un ataque convencional por parte de "estados canallas" (rufianes o bellacos, como se prefiera).

Literalmente, "rogue states".

U.M.A.: Equivale a una doceava parte de la masa del núcleo del isótopo más abundante del [carbono](#), el carbono 12, y corresponde aproximadamente con la masa de un protón (o un átomo de hidrógeno). Se abrevia como "uma" (unidad de masa atómica), aunque también puede encontrarse por su acrónimo inglés "amu" (Atomic Mass Unit). Se le llama también Dalton (Da), en honor del químico inglés John Dalton

URANIO ENRIQUECIDO: Es uranio con mayor proporción del isótopo 235 que el uranio natural. El necesario para su uso en las centrales nucleares o en armamento nuclear. La denominación, al igual que la de uranio empobrecido, tiene fines propagandísticos.

URANIO EMPOBRECIDO: La denominación uranio empobrecido (*depleted uranium* en inglés; literalmente uranio gastado, agotado) no deja de ser extremadamente utilitarista y confusa. Es uranio empobrecido en isótopo de peso atómico 235, pero enriquecido en el abundante isótopo 238. Es el utilizado para ciertas finalidades, especialmente en los reactores plutónigenos militares y en la elaboración de obuses de gran poder perforante.

[RETORNO ÍNDICE](#)

UN MES DESPUÉS DE UNO DE LOS MAYORES ACCIDENTES NUCLEARES DE LA HISTORIA. ¡NO A LA INDUSTRIA NUCLEAR, NO LA ENERGÍA NUCLEAR!

Algunos de los últimos datos sobre el que seguramente será el mayor accidente de toda la historia, ya sin futuro si somos razonables, de la industria nuclear [1]: el nivel de yodo radiactivo registrado en las aguas marinas de los alrededores de la central de Fukushima es 5 millones mayor al límite legal; el nivel de cesio-137 lo excede en 1,1 millones de veces; TEPCO ha comenzado una operación para verter al mar 11.500 toneladas de agua con una radiactividad relativamente baja (cien veces superior al límite) proveniente de depósitos y del sótano de las unidades 5 y 6 (el objetivo es hacer espacio en esos lugares para almacenar ahí parte del agua mucho más radiactiva -hasta 100.000 veces el límite legal- que anega parte de las unidades 1 a 3); se calcula que unas 60.000 toneladas de agua inundan distintas zonas de la central: una vez drenada, el agua radiactiva será almacenada en tanques y depósitos para basura nuclear en la propia planta, además de en buques de EEUU y una plataforma flotante que será llevada a Fukushima a finales de este mes; la radiación supera ya el límite permitido en una ciudad que está fuera del perímetro de 30 kilómetros de la central nuclear de Fukushima: en Namie, a poco más de 30 km de la central, se detectaron 10,3 milisieverts por hora (se ha colocado en 10 milisieverts por hora el límite desde el que aconseja a las personas permanecer a resguardo en sus casas y no salir al exterior), de hecho la OIEA llegó a aconsejar la semana pasada la evacuación del pueblo de Itate, a 40 kilómetros de la central, por los elevados niveles de radiación registrados si bien al día siguiente señaló que retornaron a los límites permitidos.

Por su parte, el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) ha acusado a la empresa operadora de Fukushima, Tokio Electric Power (Tepco), de no haber tomado las medidas adecuadas para evitar el accidente nuclear [2]. "En retrospectiva, las medidas tomadas por la empresa no fueron suficientes", según el director general de la agencia nuclear de la ONU, el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), Yukiya Amano. Curiosamente, el director general se ha mostrado convencido de que "un fortalecimiento de las normas de seguridad puede evitar accidentes similares en el futuro". Seguro, ha señalado, "que hay formas que en el futuro no se repitan estos accidentes". No ha explicado las razones de su seguridad. ¿De dónde este "seguro de que existe formas de que en el futuro..."?

El gobierno nipón, un mes después del accidente, ha ampliado a 40 km el radio de seguridad de la central. Hoy, más que nunca, como ya han gritado y vindicado los ciudadanos y ciudadanas de Tokio y de todo Japón: ¡no a la industria nuclear!, ¡no a las aventuras fáusticas e irresponsables! Con palabras de Eduard Rodríguez Farré: "El

escenario, en el momento en que hablamos, sigue siendo confuso y las falsedades o medias verdades se acumulan. Se intentó minimizar el accidente, se llegó a decir que no había radiactividad cuando en realidad dos o tres días después ya se había detectado contaminación radiactiva en 17 marines de EEUU que estaban patrullando en helicópteros a unos 100 kilómetros de distancia de la central; hubieron explosiones y dijeron que no pasaba nada. Durante tres semanas, la única información que se ha recibido proviene sobre todo del Servicio Meteorológico y Geofísico de Austria, que, afortunadamente, decidió desde el primer día sacar la información a la luz. Tenemos mapas que muestran cómo se ha ido moviendo la nube radiactiva.; en ellos se aprecia que la radiación ha recorrido unos dos tercios del planeta. En varios puntos de Europa ya se han detectado trazas, en España también, aunque en una cantidad ínfima en estos momentos. No puede sostenerse que cuanto más lejos estemos habrá menos problemas. La zona de la central está ultracontaminada, pero a partir de 40 o 50 kilómetros todo depende de las condiciones meteorológicas. Inicialmente, la radiación fue hacia el interior de la isla de Honshu y ahí van a quedar muchos lugares contaminados. Las leucemias, entre otras enfermedades, pueden incrementarse a medio plazo, en cinco años, un plazo que en radiobiología es relativamente corto, porque los efectos son diferidos. En los primeros meses o años pueden aparecer efectos inmunitarios, por lo que puede desarrollarse cierta propensión a adquirir infecciones, problemas hormonales, problemas de crecimiento en niños. Hay efectos que incluso podrían tardar más de 10 o 20 años en aparecer”.

Notas:

[1] <http://www.publico.es/internacional/369723/las-aguas-de-fukushima-superan-en-5-millones-la-radiacion-legal>

[2] <http://www.publico.es/internacional/369555/oiea-tepco-no-hizo-lo-suficiente-para-evitar-el-accidente-nuclear>

[3] Salvador López Arnal, “Entrevista a Eduard Rodríguez Farré”. *El Viejo Topo*, 2011 (en prensa). Aparece aquí como capítulo final.

[RETORNO ÍNDICE](#)

LA EMBAJADORA NARBONA Y LOS COSTES INACEPTABLES DE LA INDUSTRIA NUCLEAR.

No creo que exista ninguna duda de que la mejor nota, aunque no fuera forzosamente un excelente o un notable alto, que ciudadanos y ciudadanas con sensibilidades de izquierda y ecologista darían a ministros y vicepresidentes/as de los gobiernos Zapatero tendría a Cristina Narbona como destinataria. Sin apenas posibilidad de error. Ciertamente, la que fuera Ministra de Medio Ambiente, lo tendría muy pero quemuy fácil dado el panorama existente. Elemental análisis comparativo.

Sea como fuere extraño, y mucho, que hace tres años, tras las elecciones de 2008, después de aquella campaña en la que Zapatero y sus colaboradores abonaron y solicitaron el voto al PSOE ante el peligro de la vuelta del neofranquismo al gobierno, consiguiendo, exitosamente, que muchos ciudadanos/as de izquierda les votaran con nula convicción, y con la nariz congestionada y la cara enrojecida, una de las primeras decisiones del presidente Zapatero al formar nuevo gobierno fuera situar en el ámbito de la inexistencia política activa a una ministra que había destacado muy por encima de cualquier otro colaborador o colaboradora de la segunda autoridad del Estado. El triunfo del sector financiero-industrial del PSOE, los amigos de los negocios, era ya evidente. Cristina Narbona representaba la socialdemocracia clásica, nada rupturista desde luego en muchos nudos, con algunos vértices ecologistas de interés.

¿Cómo explicar entonces ese extraño movimiento político dada la composición del voto sobre el que se había aupado el triunfo del PSOE en las elecciones legislativas de 2008? A posteriori, después de leer el artículo que la ex Ministra y actual embajadora en la OCDE publicó en *Público* el pasado martes 5 de abril [1], la cosa parece fácil: años-luz le distancian del ministerio de Industria y de la política energética del gobierno que ha permitido un cambio decisivo, impulsado por la Unió Cristiana de Duran i Lleida, en la Ley de Economía sostenible y llegó a sopesar la posibilidad de alargar diez o veinte años más la vida de las centrales nucleares españolas que superasen ciertas condiciones por determinar. Sin Fukushima estaba cantada la prórroga núcleo-eléctrica.

Vale la pena recoger algunas consideraciones de la ex Ministra defenestrada: “Aunque se consiguiera interrumpir inmediatamente la fuga de radiactividad y evitar una catástrofe aún mayor, lo acaecido se considera ya, por parte de la mayoría de los expertos, de una gravedad sólo superada por Chernóbil”. Resulta intolerable, añade, el esfuerzo por minimizar las consecuencias de la catástrofe por parte de quienes siguen insistiendo en la inevitabilidad del uso de la energía nuclear: “Fukushima es un trágico ejemplo de riesgos no adecuadamente contemplados y de costes, sin duda incalculables, que recaerán, sobre todo, sobre los contribuyentes japoneses. La empresa Tepco ha pedido ya ayuda estatal para financiar las

actuaciones que está llevando a cabo en la planta en su intento de frenar los efectos del accidente". El modelo económico que hay detrás –"socialización de costes/privatización de beneficios"–, "con escasa o nula penalización de las decisiones empresariales de alto riesgo", no se le escapa desde luego a Cristina Narbona.

Tampoco el tema de la financiación pública requerida por la corporación nipona que es sólo "una parte de los recursos que serán necesarios para hacer frente a problemas, aún sin cuantificar, de salud", salud física y mental, se le escapa, además "de evacuaciones, de pérdida de actividad en la agricultura y en la pesca". Una radiactividad, tampoco en esto yerra la embajadora, "que mantendrá su potencial dañino a lo largo, incluso, de miles de años en el caso de algunos componentes presentes en el combustible utilizado, lo que convierte en tarea imposible el cálculo del coste real del riesgo nuclear".

¿Qué colegir de cara al futuro? Tampoco se corta aquí un pelo la ex Ministra de Medio Ambiente: "un accidente como el de Fukushima puede ser –ojalá sea– un acontecimiento excepcional; y bienvenido sea todo el esfuerzo para revisar las condiciones de seguridad de todas las centrales nucleares existentes en el mundo... Bienvenidas sean también normas internacionales basadas en el conocimiento científico independiente y no en intereses de empresas concretas". Pero, más allá de ello, recordando que "la mayoría de las centrales japonesas incumplían los requisitos de seguridad legalmente exigibles en el momento del accidente", lo más importante, señala, es el planteamiento cara al inmediato futuro.

Sobre él lanza un interesante interrogante: "Sabemos ya que, si se establecen nuevos requisitos (sobre la ubicación, el diseño de las plantas, los sistemas de alerta...), el coste de las nuevas centrales será significativamente más elevado. ¿Cómo se financiarán, en tiempos de restricción del gasto público?" Narbona recuerda que la importancia de los recursos públicos en el desarrollo de esta industria ha sido ya muy notable: "solamente en los países de la Unión Europea ha supuesto la cifra de 160.000 millones de euros desde 1950". Además, añade, se publicite lo que quiera publicitar, "la energía nuclear no es una opción sostenible: no es barata, no es segura y requiere instituciones muy potentes para garantizar control e información, algo que ha fallado incluso en un país tan avanzado como Japón".

Hoy en día, recuerda Narbona, la energía nuclear "tiene un peso significativo sólo en algunos países desarrollados, lo que ha condicionado negativamente el avance de las energías renovables y ha favorecido un análisis sesgado y a corto plazo sobre su coste". Ha llegado el momento en su razonable opinión, a la que es fácil sumarse, de abordar "un debate estratégico que contemple todos los elementos: costes y beneficios efectivos de cada fuente de energía – de acuerdo con el ciclo de vida íntegro de cada una de ellas y de los riesgos asociados–; relación entre consumo de energía y satisfacción

de necesidades; potencial para un mayor ahorro y una mayor eficiencia en la producción, el transporte y el consumo de energía; gasto público asociado a la I+D+i de cada opción; cooperación al desarrollo sostenible a nivel global”.

Una ciudadanía bien informada, concluye la embajadora, con posibilidad de participar en el debate sobre decisiones políticas de tanto impacto tanto para la actual generación como, y el punto es esencial, para las generaciones futuras “es un requisito imprescindible para mejorar la calidad de la democracia. Y para decidir, colectivamente, entre otras cosas, sobre cuán aceptable es el verdadero coste de la energía nuclear, que poco tiene que ver con el coste del kw/h de centrales ampliamente amortizadas”.

PS. Algunos datos de última sobre el que seguramente será el mayor accidente de toda la historia, ya sin futuro, de la industria nuclear [2]: el nivel de yodo radiactivo registrado en las aguas marinas de los alrededores de la central de Fukushima es 5 millones mayor al límite legal; el nivel de cesio-137 lo excede en 1,1 millones de veces; TEPCO ha comenzado una operación para verter al mar 11.500 toneladas de agua con una radiactividad relativamente baja (cien veces superior al límite) proveniente de depósitos y del sótano de las unidades 5 y 6 (el objetivo es hacer espacio en esos lugares para almacenar ahí parte del agua mucho más radiactiva -hasta 100.000 veces el límite legal- que anega parte de las unidades 1 a 3); se calcula que unas 60.000 toneladas de agua inundan distintas zonas de la central: una vez drenada, el agua radiactiva será almacenada en tanques y depósitos para basura nuclear en la propia planta, además de en buques de EEUU y una plataforma flotante que será llevada a Fukushima a finales de este mes; la radiación supera ya el límite permitido en una ciudad que está fuera del perímetro de 30 kilómetros de la central nuclear de Fukushima: en Namie, a poco más de 30 km de la central, se detectaron 10,3 milisieverts por hora (se ha colocado en 10 milisieverts por hora el límite desde el que aconseja a las personas permanecer a resguardo en sus casas y no salir al exterior), de hecho la OIEA llegó a aconsejar la semana pasada la evacuación del pueblo de Itate, a 40 kilómetros de la central, por los elevados niveles de radiación registrados si bien al día siguiente señaló que retornaron a los límites permitidos.

Por su parte, el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) ha acusado a la empresa operadora de Fukushima, Tokio Electric Power (Tepco), de no haber tomado las medidas adecuadas para evitar el accidente nuclear [3]. "En retrospectiva, las medidas tomadas por la empresa no fueron suficientes", según el director general de la agencia nuclear de la ONU, el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), Yukiya Amano. Curiosamente, el director general se ha mostrado convencido de que “un fortalecimiento de las normas de seguridad puede evitar accidentes similares en el futuro”. Seguro, ha señalado, “que hay formas que en el futuro no se repitan

estos accidentes". No ha explicado las razones de su seguridad. ¿De dónde este "seguro de que existe formas de que en el futuro..."?

El gobierno nipón, un mes después del accidente, ha ampliado a 40 km el radio de seguridad de la central.

Notas:

[1] Cristina Narbona, "Un coste inaceptable". *Público*, 5 de abril de 2011, p. 5.

[2] <http://www.publico.es/internacional/369723/las-aguas-de-fukushima-superan-en-5-millones-la-radiacion-legal>

[3] <http://www.publico.es/internacional/369555/oiea-tepco-no-hizo-lo-suficiente-para-evitar-el-accidente-nuclear>

[RETORNO ÍNDICE](#)

CUATRO MAESTROS REFLEXIONAN SOBE LAS AVENTURAS FÁUSTICO-NUCLEARES DE UN CIVILIZACIÓN IRRESPONSABLE.

Hace más de cuarenta años, Barry Commoner, en una vieja joya que sigue siendo un deslumbrante hallazgo para nuestro ahora, en Ciencia y supervivencia, explicaba sucintamente las características esenciales del conocimiento humano: “Ni una mente humana sola, ni siquiera las deliberaciones de un comité pueden crear conocimientos científicos íntegros, porque cada análisis científico aislado da tan sólo resultados aproximados y contiene inevitablemente ciertos errores y omisiones. Los científicos llegan hasta la verdad mediante un proceso continuo de autocritica y corrección que remedia omisiones y enmienda errores”.

Claves en ese proceso, proseguía Commoner, eran, lo siguen siendo, la exposición abierta de los resultados obtenidos, su divulgación generalizada y sin secretos en las comunidades científicas, al igual, añadía con énfasis el gran científico y activista norteamericano, “como las críticas, enmiendas y verificaciones resultantes”. Todo cuanto bloqueara dicho proceso impediría el acercamiento a la verdad.

De hecho, la peor cara de los métodos secretos en la ciencia era que los yerros cometidos en secreto perdurarían: “El secreto ha impuesto muchos desembolsos a la ciencia, de los cuales uno de los mayores ha sido el grave retraso de nuestras mentes para comprender las plenas consecuencias de los últimos y grandiosos procedimientos tecnológicos”. El ejemplo dado por el autor de *El círculo que se cierra*: “el secreto nos ha privado de conocimientos para comprender a tiempo que las explosiones nucleares son arriesgadas biológicamente y, si se producen a gran altitud, pueden ocultar lo que necesitamos saber sobre los cinturones de partículas atómicas que rodean la Tierra”.

Algunos años más tarde, a mediados de los setenta, el gran economista rumano Nicholas Georgescu-Roegen, en un artículo que sigue siendo un modélico paper de referencia, “Bioeconomía: una nueva mirada a la naturaleza de la actividad económica” es su título, apuntaba aguda y críticamente los nudos básicos de la apuesta nuclear. No se le escapaba nada, ni una intersección oculta.

“Otra alternativa abierta a la humanidad es la energía nuclear. Aunque el stock de esta energía, si se utiliza en los reactores ordinarios, no suma una cantidad mucho mayor que los combustibles fósiles; si se usa en el reactor-reproductor, algunos opinan que podría proporcionar abundante energía para una población de veinte mil millones de personas durante, quizás, un millón de años”. Este plan a gran escala estaba lleno de problemas por las consecuencias no previstas para la especie humana y, añadía, el autor rumano, tal vez para toda la vida terrestre. “Representa, de hecho, un auténtico pacto fáustico. Los defensores de este pacto no nos dicen cómo almacenar

de manera segura los residuos nucleares. Ni tampoco sugieren qué hacer con las montañas de residuos mineros resultado de la extracción del uranio, del granito de New Hampshire o de la pizarra bituminosa de Chattanooga”.

Existía una preocupación aún más grave: “el que sólo sean necesarias unas ocho libras [3,62873 kg] de plutonio 239 para fabricar una simple bomba atómica”. No existía, no existe aún, forma de asegurar que el plutonio 239 no fuera a parar a manos que estuvieran controladas por mentes insensatas. “Sólo en Estados Unidos, cientos de libras de material nuclear se encuentran ya sin contabilizar. Desde luego, la humanidad está en la encrucijada más fatídica de su historia”.

Por su parte, en 2007, Immanuel Wallerstein, en “R. I. P.: No proliferación”, arrojaba luz sobre la ocultada y, en ocasiones, olvidada cara militar de la industria y apuesta nucleares. El NPT, el Tratado de no Proliferación Nuclear, se basaba en tres pilares: “(1) Las cinco potencias nucleares "reconocidas" se comprometían a no ayudar de ninguna manera a cualquier otro país a convertirse en una potencia nuclear; (2) Los mismos cinco países se comprometían a dar pasos hacia un desarme efectivo; (3) todos los demás países recibieron la promesa de asistencia para desarrollar la energía atómica con usos pacíficos”.

Las cinco potencias nucleares reconocidas -Israel es una de las no reconocidas- son las siguientes: Estados Unidos, Rusia, Inglaterra, China y Francia. Ninguna de estas tres disposiciones se han respetado completamente comenta Wallerstein. “En primer lugar, aunque puede que las cinco potencias "reconocidas" hayan ayudado sólo ocasionalmente a otras potencias a convertirse en Estados nucleares, estos otros Estados podían hacerlo por sí mismos y trataron de hacerlo. En segundo lugar, no ha habido un desarme significativo. Todo lo contrario. Las cinco potencias "reconocidas" han aumentado sus arsenales nucleares, en particular Estados Unidos”.

En tercer lugar, concluía el autor de *La crisis estructural del capitalismo*, la disposición acerca de los usos pacíficos de la energía nuclear se había vuelto “extremadamente polémica desde el momento en que Estados Unidos ha llegado a considerarlo como un vacío legal que permite a "otros" países avanzar sin trabas por la senda nuclear”.

Años antes, cuando no muchas voces críticas se oponían a la apuesta nuclear española, en aquellos años aún incipiente, Manuel Sacristán, en “Realismo fantasmagórico”, un breve escrito publicado a mediados de 1982 pero que probablemente fuera escrito algunos meses antes, señalaba: “En un editorial de se verano (15/8/1980) *La Vanguardia* comentaba que Austria ha vendido al gobierno del general Pinochet un centenar de cañones anticarro autopropulsados Kürassier. El periódico recordaba que Austria está regida por

socialdemócratas, estimaba la importancia económica de la operación y pasaba a una aplicación hispánica de la sabiduría así adquirida: “Según datos prácticamente oficiales, la industria militar de España proporciona setenta mil puestos de trabajo”. Consiguientemente, hay que aplaudir el proyecto del Ministerio de Defensa de “potenciar la industria de armamentos”. Ahora bien: en ese potenciamiento “las exportaciones [de armas] juegan un papel importante”. Y en este punto empiezan las preocupaciones del editorialista: “Lo malo ahora”, prosigue, “es que cada vez que es detectado el embarque de unas docenas de pistolas a otro hemisferio hay quien pone el grito en el cielo”. Pistolas: por lo menos no ha escrito “tirachinas”. Lo que el editorialista tiene presente (aunque su discreción le impide decirlo) es la débil protesta provocada por la venta de cañones alemanes RH202 a la dictadura de Videla a través de la Fábrica Nacional de Armas de Oviedo, así como por los servicios de encubrimiento prestados por la empresa Barreiros al gobierno de la República Sudafricana también a propósito de armas alemanas”.

El articulista, proseguía el autor de *Panfletos y materiales*, tenía una idea ya entonces ligeramente anacrónica de las protestas que puede provocar la exportación de armamento español a los naturales destinatarios de esas operaciones, las tiranías del mundo occidental. Escribía así: “Quienes [protestan] en aras de unos principios que, no por respetables y nobles que sean, dejan de resultar, hoy por hoy, etéreos, serán los primeros, al día siguiente, en reivindicar subidas salariales y en pedir milagros para que aparezcan más puestos de trabajo”. Sacristán comentaba: “En una cosa esas palabras aciertan del todo: el ánimo conservador, tan amigo de presentarse como idealista y espiritualista, piensa, de hecho, que los principios son niebla etérea, al lado de la sólida realidad, que son los negocios. En cuanto a la crítica que dirige al movimiento obrero tradicional, el editorialista se funda en experiencia antigua., a saber, en la tendencia de partidos y sindicatos a someterse a las compatibilidades del sistema capitalista y su dinámica, pero sin dejar de reclamar, como cualquier otro sector del sistema, mejor participación en éste, ya por ignorancia de la contradicción en que así se sitúan a veces, ya por hábito de disfrute de rentas imperiales”.

Lo malo, “lo malo para nosotros, y lo bueno para él” matizaba Sacristán, era que el editorialista estaba pensando según un esquema caducado. “Ya hoy no debería temer tanta protesta, ni de las organizaciones mayoritarias del movimiento obrero occidental –no ha habido protestas obreras dignas de nota ni en Alemania ni en Austria contra las exportaciones mencionadas- ni tampoco de ambientes que en otros tiempos fueron más o menos representativos del progresismo en muchos lugares”. En España, sin ir más lejos, proseguía Sacristán. Era de ese mismo verano de principios de los ochenta un editorial de *El País* condenando medidas previstas por el Ayuntamiento de Madrid para reducir la circulación de automóviles privados por la ciudad. Según el editorialista, *antes* de cualquier

restricción del automovilismo particular urbano se tiene que contar con un buen servicio público de transportes.

Era de suponer que ese realismo creyera obedecer a imperativos naturales, o técnicos cuando menos. “Si se limita la circulación de automóviles privados por la ciudad, se paralizará la actividad económica, vendría a decir el editorialista de *El País* porque faltarán a su trabajo los muchos trabajadores madrileños que solo pueden llegar a él en automóvil particular”. Sin embargo, aun en el supuesto de que esas consideraciones fueran acertadas, habría que añadirles, apuntaba Sacristán, “al menos, el dato contrapuesto que determina la irresolubilidad del problema por medios continuistas: el autobús no podrá pasar nunca “cada tres minutos” mientras la ciudad siga invadida por la riada de automóviles particulares”.

Sacristán construía a continuación una muy actual reflexión sobre el realismo.

El realismo de los que fueron progres era la aceptación de la realidad ahora dada. Si uno dejaba la mirada fija “en ese asunto de los dos grandes ayuntamientos, puede parecerle que la cosa sea de poca importancia y que no merezca atención”. No era así. “El realismo de estas actitudes, que puede y suele encubrirse con ironías y desplantes populistas, es un indicio más del imperio creciente del pensamiento conservador”. Era el mismo realismo de la política realista, de buen sentido y correcta administración, que había llevado ya “a cada ser humano a disponer del equivalente de tres mil quilos de explosivo convencional para que lo vuelen. En aras de un sentido nada etéreo de la realidad”.

En ese plan de cosas mayores, un ex-progre barcelonés presentaba “uno de los ejemplos mas bonitos -como diría un anátomo-patólogo- de completa inserción en el razonamiento de la insania realista. Preguntado sobre la cuestión de las centrales nucleares, el arquitecto Ricardo Bofill contesta que son inevitables y, moviéndose como pez en el agua en la realidad que él, hombre competente, “ha estudiado” (y, además, “en Francia”) ofrece una buena solución realista para catalanes: “yo he estudiado el tema en Francia y he visitado centrales. Y, para los catalanes, creo que, ya que las centrales son inevitables, lo mejor sería colocarlas en Soria, o al otro lado de los Pirineos” (*El Correo catalán*, 11/9/1980).

Sacristán concluía con mucho pesimismo en la inteligencia: “El editorialista de *La Vanguardia* es demasiado pesimista; no se ha dado cuenta de que ya casi no tiene que temer protestas ni contra la exportación de armamentos ni contra nada propio de esta realidad. El movimiento obrero, a golpes de crisis y de dirigentes socialdemócratas, no está para muchos trotes; y lo que fuera progresía -que nunca fue ser mucho, todo hay que decirlo- se disipa en el horizonte conservador del realismo, de la aceptación de la mala realidad”.

Contra ese realismo fantasmagórico, contra esta perversión poliética y epistémica del sano y necesario realismo político, siempre

se manifestó el autor de *Pacifismo, ecologismo y político*, y uno de los más grandes animadores del movimiento antinuclear catalán y español.

PS: Un asunto que no suele ser citado y que ha destacado Helen Caldicott en “Ataque de los apólogos nucleares. Peligrosa equivocación sobre la radiación nuclear” (*CounterPunch*, traducido del inglés para Rebelión por Germán Leyens) [2] y que también ha recordado Eduard Rodríguez Farré.

En los primeros días de la energía nuclear, hace más de medio siglo, la OMS publicó declaraciones expresas sobre los riesgos de las radiaciones. Esta advertencia, por ejemplo, data de 1956: “El patrimonio genético es la propiedad más preciosa de los seres humanos. Determina las vidas de nuestra progenie, la salud y el desarrollo armonioso de futuras generaciones. Como expertos, afirmamos que la salud de futuras generaciones es amenazada por el aumento del desarrollo de la industria atómica y las fuentes de radiación... También creemos que nuevas mutaciones que ocurren en seres humanos son dañinas para ellos y para su descendencia”. Después de 1959, la OMS no hizo más declaraciones sobre la salud y la radioactividad. ¿Qué pasó?

El 28 de mayo de 1959, en la 12ª Asamblea Mundial de la Salud, la OMS llegó a un acuerdo con el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), un escrito que dice así en uno de sus puntos: “Siempre que cualquiera de ambas organizaciones tenga el propósito de iniciar un programa o actividad relativo a una materia en que la otra organización esté o pueda estar fundamentalmente interesada, la primera consultará a la segunda a fin de resolver la cuestión de común acuerdo”. La OMS otorga, pues, a la OIEA derecho de aprobación previa a cualquier investigación que quiera emprender. No es poca cosa.

La OIEA, recuerda Helen Caldicott, es un grupo que mucha gente, incluidos muchos periodistas, piensa que es una autoridad protectora. No es el caso. En realidad, es una institución defensora de la industria de la energía nuclear. Así, los estatutos del OIEA señalan: “El Organismo procurará acelerar y aumentar la contribución de la energía atómica a la paz, la salud y la prosperidad en el mundo entero.”

Notas:

[1] Apareció publicado en el número 5 de *mientras tanto* y ha sido reimpresso posteriormente en *Pacifismo, ecología y política alternativa*, Icaria, Barcelona, pp. 93-95.

[2] <http://www.rebelion.org/noticia.php?id=126411>

[RETORNO ÍNDICE](#)

TIPOS DE REACTORES NUCLEARES

El ciclo del combustible nuclear es distinto según cual sea el tipo de reactor usado. Estos pueden clasificarse, según la velocidad de los neutrones, en reactores rápidos o térmicos; según el combustible utilizado, en reactores con uranio natural o uranio enriquecido U-235; según el moderador, en reactores de agua ligera, agua pesada o grafito y, finalmente, según el refrigerante utilizado, en reactores de agua ligera, agua pesada o gas. Los dos tipos de reactores nucleares más extendidos son los que utilizan agua a presión y agua en ebullición.

El reactor de agua a presión (PWR en sus siglas inglesas) [1] es el sistema más utilizado en el mundo. En ellos se emplea como moderador y refrigerante el agua ligera. El circuito de refrigeración está sometido a presión para que el agua no pase a vapor. El agua a presión lleva el calor del núcleo del reactor producido dentro de la vasija a un intercambiador de calor denominado "generador de vapor" donde se genera el vapor que mueve la turbina. El vapor es enfriado en los denominados "condensadores" volviendo a la vasija o a los generadores en forma de agua. Los condensadores enfrían el vapor con el agua proveniente de un río o del mar, sin que el agua entre en contacto con el vapor que sale de la turbina. Hay que señalar que cuando se utiliza agua de río a veces no hay suficiente caudal, o el agua no está suficientemente fría, para enfriar el vapor de la turbina, por lo que en algunas centrales se dispone de unas gigantescas chimeneas que actúan como "torres de refrigeración".

En estos reactores existen dos tipos de circuitos, el primario y el secundario, ambos totalmente independientes. El combustible utilizado es óxido de uranio ligeramente enriquecido en pastillas de un centímetro de diámetro que se introducen en un tubo de una aleación de hierro, cromo, níquel y de zirconio, de aproximadamente el mismo diámetro y varios metros de longitud.

El reactor de agua en ebullición (BWR en sus siglas inglesas) usa también agua ligera como moderador y refrigerante. En este caso, sin embargo, el refrigerante no está sometido a tanta presión como en el caso anterior, por lo que el agua se encuentra en forma de vapor. El vapor se produce directamente en la vasija del reactor sin que exista un intercambiador de calor. El combustible es óxido de uranio enriquecido, introducido en el mismo tipo de elementos combustibles.

Este tipo de reactor ha quedado prácticamente obsoleto de forma que sólo funcionan 18 centrales nucleares de este tipo en Europa [2]. Básicamente, en Suecia y Alemania [3].

En los últimos años, varias iniciativas intentan modernizar los reactores mencionados. Desde 1995 se están reemplazando los antiguos reactores nucleares por un nuevo tipo innovador de origen franco-alemán. Son los reactores de tercera generación conocidos con

las siglas inglesas EPR (*European Pressurized Reactor*). A pesar de su mayor potencia y adaptabilidad a una gran diversidad de ciclos de combustible, estos reactores presentan los mismos inconvenientes para la salud y el medio ambiente que los señalados en los casos anteriores: producción contaminante por la utilización de combustible de plutonio, riesgo de incidentes aún mayores y producción de desechos de larga duración. Actualmente se está construyendo en Olkiluoto (Finlandia), un prototipo EPR con un coste de al menos 3.000 millones de euros [4]. En Francia la empresa EDF (*Electricité de France*) ha aprobado también la construcción de un nuevo reactor EPR. Hay que tener presente que el coste de una central de gas no alcanza los 500\$USA/MW y que según un estudio del MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) una central nuclear, para ser competitiva, con datos actualizados en mayo de 2006, no debería costar más de 1.700\$/MW.

Finalmente, por lo que hace a la necesidad de disponer de las medidas de seguridad más actualizadas, un informe silenciado por el Estado francés enviado por la EDF a la DGSNR (*Direction Generale de Sureté Nucléaire et Radioprotection*), en mayo 2006, puso de manifiesto cómo el nuevo reactor nuclear EPR no aguantaría el impacto de una acción terrorista utilizando un avión comercial [5].

Los elementos combustibles descargados de los reactores nucleares constituyen el material más radiactivo generado por el hombre. Su contenido radiactivo es tal que, inicialmente, como consecuencia del proceso de desintegración radiactiva, mantienen una potencia calorífica de varios kilovatios. La composición de los elementos combustibles descargados de los reactores depende tanto de su composición inicial como de su historia en el reactor. A modo ilustrativo y en términos generales, se puede considerar que una tonelada de uranio introducida en forma de elementos combustibles en un reactor nuclear comercial se convierte en, aproximadamente, 955 kg de isótopos de uranio, 10 kg de isótopos de plutonio, 34 kg de isótopos de diferentes productos de fisión, 0,2 kg de isótopos de diferentes productos de activación y 0,8 kg de isótopos de actínidos minoritarios, principalmente americio, curio y neptunio.

Notas:

[1] Hay más de 230 reactores tipo PWR en uso para la generación de energía eléctrica y varios cientos más que se usan para propulsión naval. El PWR fue diseñado originalmente, por el Bettis Atomic Power, Laboratory para ser utilizado como planta de energía en un submarino nuclear. Entre otra intersección no vacía entre las aristas civil y militar de la industria nuclear.

[2] La mayoría de los reactores de FUKUSHIMA DAICHI son de este tipo.

[3] España poseía hasta hace pocos años un total de 10 instalaciones nucleares, entre las que se encontraban la central de José Cabrera, en Zorita (Guadalajara), que cesó su actividad a finales de abril de 2006,

y la central de Vandellós I, en Tarragona, en fase de desmantelamiento. España cuenta con una fábrica de combustible nuclear en Juzbado (Salamanca) y un centro de almacenamiento de residuos radiactivos de baja y media actividad en El Cabril (Córdoba).

Las centrales nucleares españolas son: 1) Santa María de Garoña (Burgos). Construida entre 1966 y 1970. De tipo BWR (como las de Fukushima) y potencia 466 MWe. Su refrigeración es abierta al río Ebro. Su cierre está programado para julio de 2013. 2) Almaraz I. Situada en Almaraz (Cáceres). Puesta en marcha en 1980. Tipo PWR. Potencia 980 MWe. Su refrigeración es abierta a un embalse artificial creado para ese fin: Arrocampo. 3) Almaraz II. Puesta en marcha en 1983. Tipo PWR. Potencia 984 MWe. Su refrigeración está abierta al mismo embalse artificial. 4) Ascó I (Tarragona). Puesta en marcha en 1982. Tipo PWR. Potencia 1.032,5 MWe. 5) Ascó II. Puesta en marcha tres años más tarde, en 1985. Tipo PWR. Potencia 1.027,2 MWe. 6) Cofrentes, en Valencia. Puesta en marcha en 1984. Tipo BWR. Potencia 1.097 MWe. 7) Vandellós II, en Tarragona. Puesta en marcha en 1987. Tipo PWR. Potencia 1.087,1 MWe. 8) Trillo, en Guadalajara. Puesta en marcha en 1987. Tipo PWR. Potencia 1.066 MWe.

Otros proyectos paralizados tras la moratoria nuclear de los ochenta: Lemóniz I y II (Vizcaya), Valdecaballeros I y II (Badajoz), Trillo II (Guadalajara), Escatrón I y II (Zaragoza), una en Cantabria, Regodela (Lugo) y Sayago (Zamora).

Hay dos centrales desmanteladas o en proceso de desmantelamiento: la de Vandellós I, cuya puesta en marcha data de 1972 y fue clausurada en 1989 (potencia 480 MW) y la de José Cabrera, situada en Almonacid de Zorita, en Guadalajara. Puesta en marcha en 1968 y con parada definitiva en 2006. Tipo PWR. Potencia 160 MW.

[4] Según los últimos datos que se conocen, el coste actual de la central finlandesa construida por la industria francesa ha superado los 6 mil millones de euros, duplicando prácticamente el presupuesto inicial. Hay discusiones entre Finlandia y Francia sobre el pago de este fuerte incremento.

[5] Las declaraciones de responsables de la industria nuclear francesa, tras el accidente de Fukushima, corroboran esta afirmación.

[RETORNO ÍNDICE](#)

REPRESIONES BÉLICO-NUCLEARES

Una noticia, de la que lamentablemente no puedo dar más información por ahora, lleva por título "Activistas antinucleares van a prisión por ingresar en base naval"

Son cinco activistas antinucleares del movimiento norteamericano Plowshares que el pasado lunes 28 de marzo fueron condenados a prisión por entrar en la base naval del estado de Washington. ¿Su delito, su falta, su trasgresión, su crimen? Desarmar simbólicamente las armas nucleares allí almacenadas.

Estos admirables activistas, entre ellos, dicho sea en su honor, dos sacerdotes católicos y una monja, han sido condenados a diversas penas que, en algún caso, llega a los quince meses de cárcel más un año de libertad supervisada. Es, una vez más, el nudo, oscuro y oscurecido pero muy esencial, del lado militar de una industria que tiene sus orígenes, no debemos olvidarlo, en una de las mayores barbaries de la historia de la Humanidad.

Preguntando por Monica di Donato por las razones que hicieron que Japón, que sufrió directamente la tragedia atómica a finales de la segunda guerra mundial, decidiera utilizar pocos años después la energía nuclear y correr los riesgos subsiguientes, más acentuados en su caso dada la alta y conocida sismicidad de la zona, Antonio Ruiz de Elvira, en una impecable e imprescindible entrevista [1], ha respondido en los siguientes términos: "El ansia de dinero, la arrogancia humana, la desidia intelectual, la creencia en el paraíso. En definitiva, el autoengaño que es la característica más humana. Nos gusta pensar que vamos a ir al cielo, que vamos a ser ricos jugando a la lotería, que vamos a vivir sin trabajar".

Cabe añadir otro vértice: la pata núcleo-militar, la voluntad de poder, que se mueve permanente e insistentemente en los alrededores de esta industria fáustica, pletórica de intereses, falsedades y de irresponsabilidad, conducida por una pandilla de individuos, masculinos en su mayor parte, de poderosas clases dominantes (pero no ya hegemónicas por su falaz discurso) dispuesta a apostar (los negocios son los negocios) por la descreación de la Tierra y por su conversión en un inmenso estercolero radiactivo (No es ninguna exageración: ese es el destino de Fukushima). Y no es el progreso ilustrado (noción que, bien entendida, la izquierda debe salvar a toda costa), sino el irracional regreso capitalista postmoderno.

¡Mejor activos hoy que mayor radiactivos! ¿Nucleares? No gracias. ¿Armamento nuclear? Al archivo de la historia universal de la infamia.

Nota:

[1] CIP-Ecosocial – www.fuhem.es/cip-ecosocial (www.rebellion-org, 31 de marzo de 2011).

[RETORNO ÍNDICE](#)

AL SERVICIO DE LOS DICTADOS INCESANTES DEL INSACIABLE PODER NÚCLEO-ELÉCTRICO.

El conocido y pertinente pasaje sobre el significado de palabras y enunciados de *Alicia a través de espejo* de Lewis Carroll: “El problema -dijo Humpty Dumpty- es el de saber quién manda. Eso es todo”. ¿Y quién manda aquí? Veámoslo, pero antes tomo pie en Ignacio Escolar [1] y recuerdo un vértice del polígono. Programa electoral del PSOE para las últimas elecciones, página 190: “Mantendremos el compromiso de sustitución gradual de la energía nuclear por energías seguras, limpias y menos costosas, cerrando las centrales nucleares de forma ordenada en el tiempo de su vida útil”.

El proyecto de “Ley de Economía Sostenible” [2] aprobado en el pleno del Senado fue ratificado definitivamente por el Congreso de diputados el miércoles 16 de febrero de 2011, el día del triunfo nunca olvidado del Frente Popular en 1936 [3].

CiU y PNV, las derechas nacionalista conservadoras que suelen presentarse en los días de ayuno como modernas, renovadoras y humanistas, han introducido una enmienda al proyecto original, pactada previamente con alta probabilidad con el PSOE y el PP. El proyecto (insisto: ide economía sostenible!) ha eliminado la mención a la necesidad de que la planificación energética a largo plazo, es decir, a partir de 2020, respete “el calendario de operación de las centrales del parque nuclear existente, considerando el plazo de 40 años para el que fueron diseñadas” [4]. Era el artículo 80.3. Con la actual redacción se insta a determinar el peso de la energía atómica en el mix de generación “con el calendario de operación de las centrales existentes y con las renovaciones que, solicitadas por los titulares de las centrales, en el marco de la legislación vigente en su caso, correspondan, teniendo en cuenta las decisiones del Consejo de Seguridad Nuclear” (CSN).

La mención expresa al regulador de la energía atómica no figuraba en el texto originalmente aprobado por el Congreso. ¿Cómo puede interpretarse? A. M. Vélez de *Público* ha señalado razonablemente que podría interpretarse “como una alusión a que los dictámenes de ese organismo sobre el estado de las centrales sean siempre vinculantes”. Ahora sólo lo son cuando el CSN aconseja el cierre de una central pero no en otros escenarios.

Para Josep Sánchez Llibre, del partido confesional Unió Democràtica Cristiana, la mano derecha de ese político de derecha extrema y chaquetas de Massimo Dutti llamado Duran i Lleida, se trata de un “paso de gigante”. ¿Por qué? Claro, distinto y cartesiano: porque desaparece la idea inicial del PSOE de limitar a 40 años la vida de las centrales. En su blog personal aún es más claro: Sánchez Llibre se felicita por lo que no tiene ningún problema en calificar de “cambio radical”, una ruptura que, en su opinión, ha pasado desapercibida.

La enmienda aprobada, con ambigüedad calculada y estudiada,

permite defender una cosa y la contraria. Para el portavoz de CiU en el Congreso, Josep Antoni Duran i Lleida la cosa está clara:, "pone fin a un debate ideológico innecesario que ha presentado a las renovables como energías de progreso y progresistas y a la nuclear, como anacrónica y retrógrada". ¿Innecesario? ¿Por qué? No sabe, no responde, el señor Duran.

Es, sin duda, un giro significativo. Por mucho que el Ejecutivo, empezando por el presidente Zapatero se empeñe en negarlo. Denota un cambio de actitud hacia la posibilidad de prorrogar el plazo de funcionamiento de los reactores, posibilidad que, por otro lado, ya existe: cuando se cierre -en 2013 si no hay cambios al respecto; Nuclenor agita con todas sus fuerzas en sentido contrario manipulando a los trabajadores -, la central burgalesa de Garoña habrá cumplido 42 años [5]. La reunión del PSOE del pasado 21 de febrero confirma lo ya sabido: según el presidente no ha pasado nada nuevo, el PSOE sigue adelante, consistentemente, con su política nuclear. Algunas voces críticas minoritarias -Hugo Morán, Jesús Caldera- hablaron de la necesidad de "afinar en la explicación". De nada más.

"La enmienda dice lo que dice, es muy general y no afirma ni una cosa ni la otra", repitió hasta seis veces el portavoz socialista en el Congreso, José Antonio Alonso, el día de la aprobación de la ley. Lo que afirma la enmienda aprobada es que la planificación energética a largo plazo, a partir de 2020, deberá fijar de nuevo el peso de la energía nuclear en el mix energético "con el calendario de operación de las centrales existentes y con las renovaciones que, solicitadas por los titulares de las centrales, en el marco de la legislación vigente en su caso, correspondan, teniendo en cuenta las decisiones del Consejo de Seguridad Nuclear" (CSN). Según Alonso, no hay cambio de criterio, sólo "un ejercicio de responsabilidad". No hay modificaciones a medio plazo en su opinión.

El ministro de Industria, Miguel Sebastián, declaró: "será el Gobierno que esté en 2021 el que tome esa decisión", será entonces cuando la central de Almaraz I (Cáceres), la segunda central española más antigua, cumplirá 40 años. El argumento del pro-nuclear Ministro de Industria es que una cosa es la "vida de diseño", los citados 40 años, y otra, "la vida útil", que EEUU, por ejemplo, ha decidido elevar desde los 40 años iniciales hasta los 60.

El lobby eléctrico tiene claro que ha logrado una victoria. El presidente de Endesa, Borja Prado, el hijo de Manuel Prado y Colón de Carvajal, el que fuera consejero financiero del Rey Borbón, ha señalado que el cambio introducido era "positivo" para la Sociedad Nuclear Española, que era "bueno". "Yo creo en lo nuclear y creo que resolvería muchos problemas en el futuro, por lo que es una buena actitud y una buena disposición", añadió.

La decisión de cerrar la central nuclear de Santa María de Garoña (Burgos) en 2013 "está tomada", según fuentes del Ministerio de Industria. No hay giro a la vista, pues, pese a que el cambio legal

aprobado por el Congreso "permite ampliar el plazo de Garoña", según dijo el portavoz de CiU en el Congreso. Poco antes, su homólogo del PNV, Josu Erkoreka, rechazó esa posibilidad, que no está ni mucho menos cerrada (si el PP gana las próximas elecciones, podría anular el cierre).

Garoña centró buena parte del debut en el Congreso del nuevo secretario de Estado de Energía, Fabrizio Hernández, que rindió cuentas sobre la polémica generada después de que la consultora en la que trabajaba antes de su nombramiento, Nera, defendiera que el Estado debía pagar a Endesa e Iberdrola, propietarias de Garoña, 951,4 millones por el cierre de la central (Ignacio Escolar -"Nucleares de entrada no", *Público*, 18 de febrero- ha recordado alguna declaración de Zapatero: "Cuando llegamos a una central nuclear con cuatro décadas de vida, la norma ha sido que deje de funcionar... En el mundo sólo hay una central con más de 40 años, en Reino Unido, que se va a cerrar dentro de dos". Escolar añade: "Eliminar la fecha de caducidad de las nucleares en la LES da argumentos a Iberdrola y Endesa para pleitear contra el cierre de Garoña...").

Hay, además, otro punto señalado por Ecologistas en Acción [6] que no siempre es recordado: la inflexibilidad de las centrales nucleares españolas es el principal impedimento para insertar en la red la electricidad procedente de las energías renovables. De este modo, en momentos en los que hay viento abundante y baja demanda es necesario parar los aerogeneradores para no sobrecargar la red. Otras centrales, las de gas o las hidroeléctricas por ejemplo, pueden regular su potencia en función de las necesidades de la red. Las nucleares, no. ¿En cuántas ocasiones han tenido que pararse por este motivo los aerogeneradores españoles en 2011? En trece ocasiones.

Consecuencias del alargamiento programado: obsolescencia de las propias centrales, con incremento de riesgo, y mayor acumulación de residuos nucleares de alta actividad, lo que multiplica los riesgos y acumula los problemas en el futuro.

Nuclenor desde luego sigue agitando sus alas y sus tentáculos. Los trabajadores de la central de Garoña han colgado un rap en YouTube: "Hablamos de Garoña, la central nuclear, trabajamos con esmero, ¿y me la quieres cerrar?". Nuclenor asegura que no tiene nada que ver con la iniciativa, que se ha limitado a dar facilidades según un portavoz de la empresa. Añadió el portavoz: "Lo que está ocurriendo es un ejemplo de unidad de los trabajadores con el objetivo común de dar continuidad a la central". Aún más: "La empresa se limitó a facilitar las cosas al concederles permisos para grabar el video en zonas de acceso restringido de la central". Algunos realizadores del clip musical ponen las cosas en su sitio, no quieren mentir: pudieron rodar porque la empresa les cedió una cámara de alta definición para filmar en condiciones. ¡Qué generosidad! No sólo eso: los jefes tuvieron amplitud de miras y permitieron que los trabajadores grabaran en su horario de trabajo. ¡Lo nunca visto hasta

entonces!

Me olvidaba. Veamos un momento lo que se mantiene en pie de la idílica trinidad nuclear-atómica limpia, barata y segura, tan magnífica ella que hace que los dirigentes del lobby nuclear deseen locamente ubicar centrales en las proximidades de sus domicilios. A lo que íbamos. Presupuesto del reactor Olkiluoto 3 de Finlandia de 1.600 megavatios: se empezó a construir en 2005 y se presupuestó en 2.500 millones de euros, anunciándose que su construcción finalizaría en 2009. El plazo de entrega se ha aplazado al 2013 y su coste será superior a los 6 mil millones de euros.

El uranio por su parte valía 7,10 dólares por libra en 2001; ahora cuesta 63,88. Falta uranio: un tercio del que se consume proviene de los stocks militares ha comentado Juan Carlos Escudier. Si se explotan nuevos yacimientos de baja concentración, su explotación requeriría enormes cantidades de energía. Es decir, mucho CO₂ lanzado a la atmósfera, más que en la actualidad si tenemos en cuenta todo el ciclo nuclear, no sólo lo que sucede en las centrales. De energía limpia, poco o muy poco.

Por lo demás, dejando aparte los residuos, en torno a la cacareada seguridad a prueba de accidentes (el famoso 1 entre un millón o estúpidos porcentajes similares o metáforas sobre meteoritos), véase más adelante el caso nipón tras el terremoto del 11 de marzo de 2011.

PS1. ¿Es necesario recordar, como ha señalado Vicenç Vilana Bonet, de Coordinació Ecologistes en Acció-Catalunya, que la prioridad de la industria nuclear es mantener, sea como sea, sus grandes beneficios menospreciando criterios más importantes como el de la seguridad de la ciudadanía? Las cifras: más de un 1 millón de euros diarios de facturación por cada central nuclear de 1.000 Mw. Sabido es, por otra parte, que una gran mayoría de la ciudadanía española se opone a la utilización de la energía nuclear.

PS2: No se trata de atizar el fuego autodestructivo en la casa de la izquierda, pero Miguel Romero [7], editor de *Viento Sur* y luchador incansable, ha señalado una arista que es oportuno recordar. A finales de enero de 2011, cuando se estaba cocinando el pacto sobre pensiones, se filtró (es decir, alguien filtró) a la prensa que el gobierno había ofrecido alguna mejora en la redacción de la contrarreforma a CC. OO. y UGT a cambio del apoyo gubernamental a la prolongación de la vida llamada “útil” de las centrales nucleares. Los sindicatos respondieron airados: atribuyeron la filtración a la supuesta intención de algún miembro del gobierno de “torpedear” el pacto social. Tras la firma del pacto, unas dos semanas después, el grupo parlamentario del PSOE ha apoyado esta prolongación a la que, claro está, no llama prolongación. Será interesante conocer la posición de las dos centrales.

PS3: La agencia Reuters informaba el viernes 11 de marzo de 2011 sobre la “Emergencia en planta nuclear de Japón, sin pérdida” [8], un artículo firmado por Osamu Tsukimori y Kiyoshi Takenaka. Se trata de la planta nuclear Fukushima-Daiichi de la empresa Tokyo Electric Power (TEPCO). No era la primera vez: el sector de energía nuclear japonés, que produce un 30% la electricidad del país, ha sido sacudido periódicamente en la última década por temas de seguridad.

Algunas de sus consideraciones, algunas notas sobre la seguridad nuclear nipona. “Japón comenzó la evacuación de miles de residentes de un área en torno a un reactor nuclear después de que el daño causado por un potente sismo generó temores de una fuga radiactiva, aunque los funcionarios decían que no había indicios de pérdidas por el momento”, afirmaba Reuters (11 de marzo). El Gobierno nipón declaró una situación de emergencia como medida de precaución. ¿Por qué? Porque un sistema de refrigeración de la planta de Fukushima-Daiichi no estaba funcionando. Los residentes que viven en un radio de 3 kilómetros de la planta nuclear fueron informados para que evacuaran su zona de residencia. Unos 3 mil residentes estaban siendo evacuados el viernes 11 de marzo.

Tomoko Murakami, la persona responsable del grupo de energía nuclear del Instituto de Economía de la Energía de Japón, aseguró que no parecía haber un peligro inminente de fuga radiactiva. Añadió: “incluso si las varillas de combustible (nuclear) quedan expuestas, eso no significa que comenzarían a derretirse directamente”. Agregó: “Incluso si las varillas de combustible se derriten y crece la presión dentro del reactor, la radiación no se filtraría, siempre que el contenedor del reactor funcione bien”.

Sin embargo, Mark Hibbs, de la Carnegie Endowment for International Peace, advirtió el mismo 11 de marzo que la situación podría tornarse grave. “No es nada divertido”, afirmó, refiriéndose a informes que aseguraban que uno o más de los generadores de emergencia a diesel para el sistema de refrigeración no estaban funcionando. Sostuvo que existían graves preocupaciones sobre si se podrían garantizar el enfriamiento del núcleo del reactor y la remoción del calor residual. Si eso no llegara a ocurrir, si no se quitaba el calor, existía “un peligro definido de que se derrita el combustible (...) del núcleo con el recalentamiento, se dañe más y se funda”.

A 12 de marzo la situación parecía complicarse sustantivamente.

PS4: En “Estallido árabe puede encender campaña antinuclear”, Thalif Deen de IPS [9], señalaba a un nudo poco transitado. La campaña de la sociedad civil por la abolición de las armas nucleares puede reavivarse gracias al éxito de las revueltas populares en Egipto y Túnez, seguidas por las de Libia, Bahrein, Yemen y Jordania. “Los acontecimientos de Medio Oriente (y el norte de África) muestran

cuán frágil es la 'estabilidad' cuando se ignoran las necesidades y los deseos del pueblo", dijo Hirotsugu Terasaki, director ejecutivo de la Oficina de Asuntos de la Paz en la organización Soka Gakkai International (SGI), con sede en Tokio. "No hay deseo más natural que el de liberarse de la amenaza de las armas nucleares. Esto es algo que la población mundial comparte ampliamente", sostuvo. Al ser consultado sobre qué rol debe jugar la sociedad civil en la campaña mundial por abolir los arsenales atómicos, Terasaki respondió: "La misión de la sociedad civil es empoderar y amplificar las voces de los ciudadanos comunes para que podamos movilizar a los políticos del mundo, insistiendo en que den pasos reales y significativos hacia la abolición de las armas nucleares". Como la amenaza es tan vasta y omnipresente, "necesitamos un nuevo paradigma de liderazgo, el que ejerce la gente común que ha decidido rechazar la 'estabilidad' de la disuasión, que en última instancia depende de la amenaza de la aniquilación mutua", añadió.

PS5: No paran. Una información de *CincoDías* [10]: la idea se articuló hace más de un año en los alrededores de Unión Fenosa (Gas Natural Fenosa) con el objetivo de aprovechar el emplazamiento de la central nuclear de Zorita cerrada en 2002, ahora en proceso de desmantelamiento. Según un informe elaborado por una consultora, en el emplazamiento se construirían dos plantas de unos 1.000 megavatios (MW) de capacidad cada una con una inversión de 4.000 millones de euros. El estudio propone tres opciones para los fabricantes del reactor: la francesa Areva y las estadounidenses General Electric y Westinghouse. Es, señala el diario económico, el primer estudio que elaboran en serio empresas españolas en más de 30 años. Algunas cosas han cambiado durante este último año: Gas Natural ha tomado el control de Unión Fenosa y en la gasística reina el escepticismo sobre el proyecto. La gran industria "debe diseñar sus estrategias a la largo plazo", aseguran las mismas fuentes del sector. El coste de la energía será determinante en la posible deslocalización de estas empresas, añade *CincoDías*.

Notas:

[1] Ignacio Escolar, "Nucleares, de entrada no". *Público*, 18 de febrero de 2011, p. 52 (para los lectores más jóvenes: Escolar juega con uno de los lemas del PSOE en las elecciones de 1982: "OTAN, de entrada NO". Luego, como es sabido, vino lo que vino. Referéndum aplazado, posición favorable, trasgresión de las condiciones de entrada, Javier Solana secretario general de la OTAN, etc).

[2] Aquí las palabras también cuentan y su publicitado significado corrobora la hipótesis carrolliana.

[3] Es de obligada lectura el artículo que Josep Fontana publicaba el 16 de febrero de 2011 en *Público*, p. 5 (on line: <http://www.rebellion.org/noticia.php?id=122547>)

[4] A. M. Vélez, "Se abre una vía para prorrogar las nucleares".

Público, 15 de febrero de 2011, p. 29.

[5] A. M. Vélez/M. A. Marfull, "El gobierno acepta que las nucleares puedan funcionar más de 40 años". *Público*, 16 de febrero de 2011, p. 28.

[6] <http://www.rebelion.org/noticia.php?id=122491>

[7] <http://www.rebelion.org/noticia.php?id=122554>

[8]

<http://lta.reuters.com/article/worldNews/idLTASIE72A0BN20110311?sp=true>

[9] <http://ipsnoticias.net/nota.asp?idnews=97731>

[10] http://www.cincodias.com/articulo/empresas/gran-industria-estudia-construir-centrales-nucleares-Zorita/20100707cdscdiemp_1/

[RETORNO ÍNDICE](#)

UN ARGUMENTO NO CONCLUSIVO (QUE IRRUMPE DESDE LOS RIBOSOMAS CELULARES).

Cualquier aproximación a lo sucedido en Japón exige previamente pensar en los miles y miles de ciudadanos y ciudadanas, millones sin exagerar en este caso, afectados por el seísmo, el tsunami y la catástrofe nuclear en aristas esenciales de su vida, trabajo, familia y amistades. Además, claro está, de las personas fallecidas y de la destrucción de proporciones dantescas. Los gobiernos de izquierdas y humanistas de todo el mundo, los ciudadanos que no queramos cerrar nuestros ojos, mente y corazón para tranquilizarnos, deberíamos hacer todo lo que esté en nuestras manos para ayudar en la forma que mejor se estime y sea más eficaz a personas que han vivido y están viviendo un desastre de dimensiones apocalípticas. Por internacionalismo, por solidaridad, por humanismo, por ayudar al que no tiene y sufre, por lo que se quiera. Es igual, no hay aquí un nudo de divergencia.

Dicho lo anterior déjenme que ponga ahora el acento en un asunto muy marginal. Hablo desde las entrañas celulares.

¿Recuerdan el otro gran desastre atómico? Fue hace 25 años, en Chernóbil, Ucrania, entonces parte de la Unión Soviética, un país que estaba entonces en un proceso de transformación, apostando por la glasnot y la perestroika, y retirándose de Afganistán. ¿Qué se dijo entonces o al cabo de muy poco? No sólo que la central estaba descuidada, no sólo que las medidas de seguridad dejaban mucho que desear, no sólo que la tecnología usada era totalmente obsoleta, no sólo que los fallos humanos se acumularon sin justificación, no sólo se habló de incompetencias encadenadas, sino que se añadió una guinda al pastel que incluso ahora vuelve a repetirse: las centrales nucleares exigen una tecnología sofisticada y el socialismo soviético no sólo era ineficaz, poco productivo, burocrático, carcelario, irresponsable, sino que además no alcanzaba ni podía alcanzar ciertas metas. El capitalismo y, con él, el fin de la historia, no sólo era más productivo y democrático, se dijo y repitió una y mil veces, sino que, además, avanzaba aceleradamente hacia la máxima perfección y el bienestar generalizado de toda la ciudadanía mundial.

Está pasando lo que está pasando en la que, hasta ahora, era la tercera economía del mundo, uno de los países tecnológicamente más desarrollados. No sólo es que, según diversas y contratadas informaciones, existe un fuerte enfrentamiento entre la multinacional propietaria de la central y el gobierno nipón de centro-derecha sino que, además, según los necesarios e imprescindibles cables de Wikileaks (ilibertad para el soldado Bradley Manning!), la central sólo ha realizado, contraviniendo medidas y exigencias de organismos internacionales, en unas tres décadas, tres revisiones completas de seguridad.

El mito de la total seguridad nuclear es, desde luego, un mito.

La afirmación sobre el enorme mimo con que las grandes empresas japonesas cuidan sus instalaciones es, claro está, un cuento, otro más. Lo sucedido en 2007 en Japón, o incluso en fechas previas, ya nos enseñó [1]. ¿Qué deberíamos concluir entonces si razonamos de la misma forma en que se razonó y se sigue razonando sobre el caso de la central de Chernóbil? Pues que el capitalismo, sus grandes corporaciones representativas, no sólo no es tan eficaz como se dice, no sólo sitúa las cacareadas medidas de seguridad en el desván dependiente de cálculos y beneficios, no sólo abona una apuesta fáustica y netamente irracional por el progreso sin freno ni precauciones, sino que además genera interesadamente todos los cuentos que puede y mil más y, como ya dijera León Felipe, nos sabemos de memoria todos sus cuentos.

PS: María Teresa Domínguez, la presidenta del Foro Nuclear español, uno de los lobbys más peligrosos que sufrimos y permitimos, ha afirmado uno de estos días, el 14 o el 15 de marzo si no ando errado, lindezas leibnizianas de este jaez: “Es el menor de los accidentes posibles... No ha habido fallo de tecnología y no ha faltado nada hacer frente a la situación (...) La planta está limpia y no ha habido impacto en el exterior” [2]. No sólo es una refutación en toda regla del falsacionismo ingenuo -o incluso del sofisticado- popperiano, no sólo es que, una vez más, se reconstruyen los hechos para teorías inalterables e intereses ocultos sino que generan y diseñan un mundo de hormigón desde el desastre, el ocultamiento, el poder insaciable y... una inconmensurable cara dura.

Notas:

[1] A finales de julio de 2007, un terremoto de intensidad 6,8 golpeó la provincia de Niigata, en la isla de Honsu, a 200 km de Tokio, y puso fuera de funcionamiento Kashiwazaki-Kariwa, una gigantesca planta nuclear, una de las mayores del mundo. Nueve personas fallecieron, un millar resultaron heridas a causa del terremoto. Se destruyeron o dañaron unas 800 casas. Vías y puentes quedaron impracticables, se cortó el suministro de agua, gas y electricidad, se averiaron instalaciones industriales de la zona. La secuela más grave tuvo que ver con la industria nuclear. El accidente, ya entonces, generó preocupación sobre la seguridad de ‘lo nuclear’. La planta, propiedad de la TEPCO, Tokyo Electric Power Company (si no ando errado, la misma propietaria de la central de Fukushima), posiblemente esté situada encima de la línea de una falla sísmica. Los informes elaborados en aquellos momentos hablaban de fugas radiactivas, de conductos obsoletos, de tuberías quemadas, además de los incendios.

[2] Tomo las declaraciones de la presidente del Foro-lobby pro-nuclear del artículo de Ignacio Escolar, “La seguridad es un estado mental”. *Público*, 17 de marzo de 2011, p. 56.

[RETORNO ÍNDICE](#)

MÁS SOBRE EL LADO OSCURO (Y OCULTADO) DE LA INDUSTRIA NUCLEAR.

Fukuhisma es un negocio privado. Un tanto peculiar pero un negocio al fin y al cabo. Como British Petroleum, como Microsoft, Carrefour o la central de Santa María de Garoña. La propietaria de la central accidentada es Tokyo Electric Power Company, TEPCO, una corporación nipona, la tercera compañía eléctrica del mundo, una empresa que recientemente ha pedido a los bancos japoneses una ayuda urgente de 1,5 billones de yenes (unos 18 mil millones de dólares). ¿Podemos confiar en las informaciones que nos brinda y en las medidas de seguridad que anuncia? No parece prudente. El pasado no les avala.

A finales de julio de 2007, un terremoto de intensidad 6,8 golpeó la provincia de Niigata, a 200 km de Tokio y alteró gravemente el funcionamiento el Kashiwazaki-Kariwa, una de las mayores plantas nucleares del mundo con 7 reactores. Los informes hablaron de fugas radiactivas, conductos obsoletos, tuberías quemadas, aparte de incendios. Varios centenares de barriles de residuos se vinieron abajo; más de 1.000 litros de agua radiactiva se vertieron al mar y fugas de isótopos se dispersaron en la zona. Después de muchas dudas y vacilaciones, los responsables de la central lo admitieron: el terremoto había provocado un desastre. Ya entonces un portavoz de la corporación propietaria, también TEPCO, señaló que los reactores de la central habían sido diseñados para resistir terremotos, pero sólo, matizó, hasta una determinada intensidad que era inferior a la magnitud del seísmo registrado aquel lunes de julio de 2007. La misma melodía que ahora estamos oyendo. ¿Podemos creerles?

No parece razonable. Años antes, en 2002, se descubrió que TEPCO falsificaba información sobre seguridad. La empresa fue obligada a cerrar sus 17 reactores, incluidos los de la central de Fukushima I. Los ejecutivos de la corporación admitieron haber presentado unos 200 informes técnicos con datos falsos en las dos décadas anteriores. Un ingeniero nuclear estadounidense que trabajaba en la empresa dio a conocer el desaguisado tiempo después.

Las informaciones sobre la situación actual presentan datos contradictorios que abonan, a un tiempo, esperanza y desánimo. En el momento en que escribimos este artículo, los ingenieros de la central han logrado conectar cables de energía a los seis reactores de la central a los que sólo faltaba dotarlos de corriente. Al mismo tiempo, la temperatura en el núcleo del primer reactor volvía a ascender y el reactor 3, el que usa como combustible una mezcla con plutonio, echaba humo nuevamente. Por otra parte, la Organización Internacional de Energía Atómica, nada sospechosa de alarmismo, informaba que en un radio de 20 km alrededor de la central el nivel de radiactividad ha adquirido niveles muy importantes. La propia

compañía ha reconocido la presencia de yodo radiactivo 120 veces superior al límite establecido en una muestra de agua marina. Y el plutonio, parece ser, está asomando su prolongada patita radiactiva.

No hay ya ninguna duda de la existencia de importantes fugas radiactivas. La radiación ni se ve ni se huele ni se siente, pero sus efectos son a largo plazo y dañarán la salud y el medio ambiente durante largos años. En el núcleo de un reactor atómico existen más de 60 contaminantes radiactivos, unos de vida media muy larga y otros de vida corta. Muchos de estos elementos tienen una gran afinidad con nuestro organismo. Entre esos contaminantes, los que tendrán mayores consecuencias para la salud humana serán el yodo-131, el cesio-137 y el estroncio-90 con el plus del plutonio. Según el organismo oficial austriaco para la meteorología y la geodinámica (ZAMG: Zentralstalt für Meteorologie und Geodynamik) el yodo-131 emitido representa el 20% del total que dispersó Chernobil, mientras que el cesio-137 alcanza el 50% de aquel. Y esto son estimaciones de la pasada semana. El 19 de marzo ya fueron detectadas emisiones de Fukushima en Hawái, las islas Wake y la costa de California. El organismo similar alemán da estimaciones parecidas (Carlos Bravo de Greenpeace ha comentado recientemente que la radiactividad emitida hasta la fecha por los reactores de Fukushima es ya mayor que la emitida en Chernóbil).

El iodo-131 afecta inmediatamente y deja mutaciones en los genes; a partir de ellas se puede desarrollar posteriormente el cáncer de tiroides (el accidente de Chernobil multiplicó por diez los casos de este cáncer en Centroeuropa). El estroncio se acumula en los huesos, como si fuera calcio, y durante este años continúa irradiando el organismo (30 años de vida media). El cesio-137 queda depositado en los músculos, comportándose de forma parecida al potasio. Ambos, estroncio y cesio, aumentan el riesgo de todo tipo de cánceres, especialmente los de huesos, músculos y tumores cerebrales, disminuyendo la inmunidad del organismo e incrementando la capacidad de sufrir otras patologías. La radiación, además, altera la reproducción y afecta más a las mujeres que a los hombres.

Tampoco las consecuencias para el medio ambiente serán inocuas. La contaminación nuclear se deposita en el suelo y en el mar, se incorpora a la cadena trófica de los peces, que son la base de la dieta en Japón, del resto de animales -el yodo-131 aparece precozmente en la leche-, de las plantas, la fruta y las verduras. Este proceso se irá acumulando, pasará de un ser vivo a otro e irá empeorando. La persistencia de estos radioelementos en el medio ambiente perdura largo tiempo y su presencia puede detectarse en los alimentos incluso años después del accidente.

Existen dos tipos de efectos en la salud humana por la exposición a la radiación. Unos son determinísticos, los inmediatos a la exposición, dependen de la dosis recibida; otros son probabilísticos e irrumpen cuando las partículas radiactivas se acoplan a distintos órganos. Estos últimos son los que más deben preocupar. Influyen en

el aumento del riesgo de sufrir cáncer actuando como si fueran componentes biológicos. El cesio 137, como comentábamos, se acopla al músculo y va irradiando a lo largo del tiempo. Lo mejor que puede pasar es que mate la célula; si, por el contrario, causa una mutación en un gen supresor de tumores, puede aumentar la posibilidad de que se sufra cáncer.

El accidente de Fukushima es, en síntesis, ya lo hemos comentado en alguna ocasión, un Chernobil a cámara lenta

Mientras Japón (y el mundo) afronta un accidente nuclear que puede llegar a ser el peor de la historia, parece evidente que cualquier debate, necesario y urgente, sobre la seguridad de la energía atómica debería abordar la independencia real de los organismos reguladores. En frecuentes ocasiones, numerosas por lo que sabemos, industria y organismos reguladores son uno y lo mismo. Hay pocos expertos nucleares independientes en el mundo; en su gran mayoría, trabajan para la industria, o bien lo hicieron antes y ahora son agentes reguladores.

Fukushima no es Hiroshima. Tampoco Nagasaki. Pero Hiroshima, Nagasaki, la Isla de las Tres millas, Chernobil, Ascó y Fukushima pertenecen a un período, la era atómica, que es necesario superar. Hiroshima abrió el camino suicida del armamento nuclear, un sendero que debe cerrarse con urgencia. Fukushima ha sido, debe ser, la última advertencia de la equivocada apuesta por la energía nuclear, una apuesta que va a dejar un legado que no merecen las futuras generaciones: toneladas y toneladas de residuos radiactivos que van a exigir, aparte de la fuerte vulnerabilidad que representan ante catástrofes, atentados y guerras, control, esfuerzos económicos, importantes inversiones de seguridad y riesgos nada marginales. Veinticinco años después, el reactor 4 de Chernobyl continúa emitiendo radiactividad pese a que está sepultado bajo una gruesa (pero deteriorada) cubierta de hormigón. Se intentan recaudar más de 2.000 millones de dólares para construir un sarcófago permanente (que no será permanente) que contenga la radiación. Sea cual sea nuestro concepto del buen vivir, no parece consistente con un escenario como el que hemos dibujado, como el mundo que está irrumpiendo dantescamente ante nuestros ojos. Faust no puede ser un modelo de referencia para la Humanidad. ¡Por una humanidad más justa en una Tierra habitable, en vez de un inmenso rebaño de atontados ruidosos en un estercolero químico, farmacéutico y radiactivo! [2]

PS1: De la soberbia, sofistería e irracionalidad del lobby nuclear, vale la pena recordar esta afirmación reciente de cuatro partidarios de las centrales nucleares: “Existirán siempre, y por todas partes, escenarios en los que podrían producirse catástrofes como la de Fukushima”. ¡Siempre y por todas partes y de forma inexorable! ¡El progreso nuclear! ¡Barbarie en estado puro!

PS2: Pio D’Emilia recordaba en “Los gitanos del átomo” [4] la

situación condiciones laborales de los trabajadores de las centrales nucleares de Japón, especialmente las de los obreros de Fukushima. No es el único caso. Philippe Billard es un técnico nuclear que fue despedido por la firma francesa Endel, una de las cuatro grandes empresas subcontratadas de las centrales nucleares administradas por EDF (Electricité de France). Billard se negó a ser un nómada del sector, uno de los 18.000 trabajadores que son obligados a cambiar semanalmente de central y ubicación geográfica en el país vecino. El Tribunal Laboral de Ruán empezó a examinar su caso el pasado 1 de junio de 2010. El juicio fue previo a otro más importante, este segundo ante la justicia penal.

Además de técnico nuclear, Billard es sindicalista y fundador de la asociación “Salud-Subcontratistas”, cuya finalidad básica es conseguir que el país más nuclearizado del mundo reconozca que más de 20.000 trabajadores no son asalariados de las centrales nucleares controladas por EDF, sino contratados por subcontratistas en cascada. La férrea y eficaz ley de mercado, puede decirse, son nuestros tiempos modernos, nada nuevo bajo la tierra y el sol europeos. Pero sí hay algo (parcialmente) nuevo: los trabajadores de las empresas subcontratistas, las personas que no casualmente están a cargo de las tareas más peligrosas con la correspondiente absorción extra de radiaciones, no tienen seguimiento médico fijo. No lo tienen porque estas poderosas instituciones antidemocráticas que llamamos “empresas”, estas máquinas antihumanas de generar dinero, se encargan o encargan de poner piedras piramidales del tamaño de un obelisco en el camino. En los alrededores de este escenario se ubicaron las razones del despido de Billard. Este técnico nuclear se implicó sindicalmente para que los asalariados que trabajaban para las subcontratas denunciaran a las autoridades... ¡los accidentes de trabajo que sufrían! ¡Menudo crimen! No solían hacerlo, no suelen hacerlo. Tienen miedo y el miedo paraliza el verbo y la acción. Es fácil entender las razones en tiempos de crisis: penumbra, paro e incertidumbres. Anne Thébaud Mony, una investigadora del Instituto Nacional de Salud e Investigación Médica (INSERM), ha añadido una sugerente y terrible hipótesis: “Es la propia industria nuclear la que organiza que no haya seguimiento médico de los trabajadores más expuestos”. ¡Un sector de la industria que se encarga de organizar el no seguimiento médico de sus propios trabajadores! Potenciales víctimas sin luz y, con ello, sin cómputo y sin cuidados. ¿Una sociedad que aspire a la justicia y equidad puede permitir una industria que opere con estos procedimientos?

Notas:

[1] Eduard Rodríguez Farré y Salvador López Arnal son autores de *Casi todo lo que usted desea saber sobre los efectos de la energía nuclear en la salud y el medio ambiente*, El Viejo Topo, Barcelona, 2008.

[2] La cita esta extraída del editorial del primer número de *mientras*

tanto, noviembre de 1979. Manuel Sacristán fue su autor tras una discusión colectiva.

[3] Tomado de Bernard Laponche, “Centrales nucleares, el sistema más peligroso de hervir agua”. <http://www.rebelion.org/noticia.php?id=125340>

[4] <http://www.rebelion.org/noticia.php?id=125253>

[RETORNO ÍNDICE](#)

FUKUSHIMA: UN ANTES Y UN DESPUÉS DE LA INDUSTRIA NUCLEAR.

Nada esencial de lo que sostenemos en este libro de 2008, que el lector serbio tiene ahora entre sus manos, debe ser revisado tras la catástrofe de Fukushima, un Chernóbil a cámara lenta. El accidente de la central nipona ha arrojado definitivamente al archivo de los trastes inútiles y la publicidad engañosa el lema publicitario del poderoso lobby nuclear internacional: la energía nuclear, insistían, insisten ahora con menos griterío, es ilimitada, limpia, barata y segura. Ni es ilimitada dada las reservas internacionales de uranio; ni es limpia analizada en su conjunto; ni es barata si sumamos todas las externalidades y el inmenso pozo sin fondo que representa el tratamiento de los residuos radiactivos, ya en 1984 la revista *Forbes* calificó la energía nuclear del "mayor fiasco en la historia económica norteamericana", ni desde luego es segura. Por si faltara algo, está envuelta en el oscurantismo, las falsedades y la manipulación de la opinión pública.

Un dato altamente significativo. No existen inversores privados que se atrevan a lanzarse a construir centrales nucleares en un entorno que ellos mismos llaman de libre competencia ni siquiera ante la promesa de importantes ayudas públicas. El último reactor construido en EEUU data de 1979, pese a que Bush II y Barack Obama han ofrecido préstamos preferentes que podían llegar hasta el 80% del total de la inversión y los 25.000 millones de euros.

Desde que empezó el negocio nuclear a mediados de la década de los cincuenta, el coste y el periodo de construcción de una central han sido casi siempre el doble o el triple del previsto. Un informe oficial de EEUU calculó que el coste de las 75 centrales estudiadas, cuyo coste previsto era de 45.000 millones de dólares, había superado los 145.000 millones.

La tendencia sigue en pie y acrecentada. La modernísima central que empezó a construirse en Finlandia en 2003 se presupuestó en 3.000 millones de euros con cuatro años para su construcción. Actualmente, la fecha prevista para su inauguración se ha alargado hasta y la factura se aproxima a los 6 mil millones (estos 2.800 millones de diferencia, que pueden ser más finalmente, los tendrá que asumir la empresa promotora, Areva, una corporación controlada por el Estado francés. Pagarán, por tanto, finalmente, los contribuyentes).

En España, por poner otro ejemplo, los residuos de baja y media actividad se van almacenando en El Cabril, un pueblo andaluz de la provincia de Córdoba, al sur de España, y como el horizonte en que llegará al 100% de su capacidad se acerca -2030, en principio-, urge construir un nuevo almacén que exigirá el desembolso de unos mil millones de euros. El Reino Unido, por su parte, ha calculado que necesitará invertir 125.000 millones para dismantelar su parque de centrales obsoletas y hacerse cargo de los residuos durante sólo 125

años. La factura, ni que decir tiene, la pagará el contribuyente.

Estados Unidos cuenta con 104 reactores nucleares operativos. Todos ellos empezaron a construirse entre 1968 y 1978. Desde 1979, desde el año del accidente de Three Miles Island, no se ha iniciado la construcción de ningún reactor en EEUU, un país donde la energía nuclear cuenta con el apoyo de los dos grandes partidos institucionales. La central, eso sí, sigue funcionando con licencia para operar hasta 2034. Entre 1974 y 1984 se cancelaron pedidos de construcción de 124 reactores.

Ya nada será igual tras el accidente japonés. La tercera economía del mundo, hasta hace poco la segunda; uno de los países capitalistas con mayor desarrollo tecnológico; el país, tras Francia y Estados Unidos, con mayor número de centrales; el Estado con mayor densidad de reactores por kilómetro cuadrado y población, está sufriendo en el momento que escribimos uno de los mayores accidentes nucleares de la historia. Por si faltara algo, la empresa propietaria de la central, la TEPCO, una gran corporación privada nipona, es una de las tres grandes compañías eléctricas del mundo.

Durante más de medio siglo se le repetido una y mil veces al pueblo japonés que lo sucedido a finales de marzo de 2011 no pasaría nunca. Todos los gobiernos japoneses, de similar color político, han mentido; NISA, la agencia de seguridad nuclear japonesa, se ha sumado al engaño; TEPCO, The Tokyo Electrical Power Company, , propietaria y gestora de la central siniestrada, y de muchas otras centrales nucleares japonesas, les ha mentido también. La fusión parcial de los reactores ante la falta de refrigeración, provocada por el terremoto y maremoto que han azotado un país donde estos sucesos no son infrecuentes, no debería haber ocurrido. Saichii, el reactor I de la central (un BWR, como los restantes reactores, los que funcionan con agua en ebullición como la central española de Santa María de Garoña cuya vida ha sido prolongada recientemente dos años más, hasta los 42, habiendo sido diseñada para muchos menos), no debería haber sufrido un accidente conocido con el nombre de Station Blackout (SBO), la pérdida total del suministro eléctrico.

Existían precedentes. El lector tiene algunos ejemplos en el capítulo XI de este volumen. No es extraño, por otra parte, que algunos políticos de la derecha extrema nipona abonen la infamia más insultante. El alcalde de Tokio desde 1999, Shintaro Ishihara, un político ultranacionalista que destaca por atacar a homosexuales, inmigrantes y mujeres, ha sostenido que el terremoto ha sido un "castigo divino" por el "egoísmo" de los japoneses. Ha tenido que pedir disculpas

Un ejemplo de estos accidentes anteriores que el lector podrá leer con mayor desarrollado en el capítulo indicado. A, finales de julio de 2007, un terremoto de intensidad 6,8 golpeó la provincia de Niigata, en la isla de Honsu, a 200 km de Tokio y puso fuera de funcionamiento el Kashiwazaki-Kariwa, una gigantesca planta nuclear, una de las más grandes del mundo. Nueve personas fallecen, un

millar resultan heridas a causa del terremoto; se destruyen y dañan unas 800 casas; vías y puentes quedan impracticables; se corta el suministro de agua, gas y electricidad; se averían instalaciones industriales de la zona. Los informes hablaron de fugas radiactivas, conductos obsoletos, tuberías quemadas, aparte de los incendios. Varios centenares de barriles de residuos se vinieron abajo. Más de 1.000 litros de agua radiactiva se vertieron al mar y fugas de isótopos se dispersaron en la zona. No fue, en absoluto, una "pequeña fuga" sin consecuencias para el medio ambiente. Los responsables de la central, después de muchas dudas y vacilaciones, lo admitieron finalmente: el terremoto provocó un desastre. Ya entonces un portavoz de la corporación, TEPCO era también la empresa propietaria, sostuvo que los reactores de la central habían sido diseñados para resistir terremotos, pero sólo, matizó, hasta determinada intensidad, inferior a la magnitud del seísmo registrado aquel lunes de julio de 2007. La misma melodía que hemos oído estos días. ¿Merecen nuestro crédito?

Cabe preguntarse, ¿por qué se han ubicado en Japón tantos reactores al lado del mar en una zona propensa a maremotos? La Union of Concerned Scientists lo ha documentado con detalle: por razones económicas. No hay que pagar por el agua del mar, sale barata, regalada, rebaja costes y aumenta beneficios, especialmente en un país sin ríos de caudal importante.

La radiación ni se ve ni se huele ni se siente, pero sus efectos son a largo plazo y dañarán la salud y el medio ambiente durante muchos años. Ya se han medido, en Tokio, radiocontaminantes, como el yodo-131 o el cesio-137. En el núcleo de un reactor atómico existen más de 60 contaminantes radiactivos, unos de vida media muy larga y otros de vida corta, pero muchos de ellos tienen una gran afinidad con nuestro organismo. Se acumulan en él, son parecidos a nuestros elementos biológicos. Entre esos sesenta contaminantes, los que tendrán mayores consecuencias para la salud humana, como el lector podrá comprobar, están el yodo-131, el estroncio-90 y el cesio-137 con el plus del plutonio.

El primero afecta inmediatamente y deja mutaciones en los genes; a partir de ellas se puede desarrollar posteriormente el cáncer de tiroides (se ha calculado que tras Chernobil se multiplicaron por diez los casos de este tipo de cáncer en Centroeuropa y el Gobierno ucraniano ha cifrado en 55.000 millones de dólares los costes sanitarios del accidente). El estroncio se acumula en los huesos, como si fuera calcio, un mínimo de 30 años y durante este tiempo continúa irradiando el organismo. El cesio queda depositado en los músculos, comportándose de forma parecida al potasio. Ambos, estroncio y cesio, aumentan el riesgo de todo tipo de cánceres, especialmente los de huesos, músculos y tumores cerebrales, disminuyendo la inmunidad del organismo e incrementando la capacidad de sufrir otras patologías. La radiación, además, altera la reproducción y afecta más a las mujeres que a los hombres. Los espermatozoides se

regeneran cada 90 días y un espermatozoide alterado desaparece en ese período. Los óvulos están en los ovarios toda la vida. Si un óvulo alterado por la radiación es fecundado posteriormente incrementa el riesgo de malformaciones en el feto así como el de diversas patologías aunque sea muchos años después.

Tampoco las consecuencias para el medio ambiente serán inocuas. La contaminación nuclear se deposita en el suelo y en el mar, se incorpora a la cadena trófica de los peces, que son la base de la dieta en Japón, del resto de animales -el yodo 131 aparece precozmente en la leche-, de las plantas, la fruta y las verduras. Este proceso se irá acumulando, pasará de un ser vivo a otro e irá empeorando (miles de renos tuvieron que sacrificarse en el Ártico tras Chernóbil al estar contaminados por los líquenes que habían ingerido). La persistencia de estos radioelementos en el medio perdura largo tiempo y su presencia puede detectarse en los alimentos incluso años después de un accidente nuclear.

Para prevenirse de la contaminación radiactiva, el contacto con la piel se puede eliminar lavándose con el mismo celo que tiene un cirujano cuando entra a un quirófano. Mucho más difícil es luchar contra la principal vía de contacto con los elementos contaminantes: la inhalación. Frente a ella, sólo son efectivas ante el radioyodo pastillas de yoduro potásico como las que las autoridades japonesas repartieron a la población. El tiroides, cuando está repleto de yodo, elimina el que le sobra. Si se satura con el yodo normal administrando pastillas, se facilita que al inhalar yodo radiactivo éste no se capte y se elimine rápidamente.

Si bien las causas han sido muy diferentes, el accidente de Fukushima es un Chernobil a cámara lenta. El terremoto produjo alteraciones en la estructura de los reactores y el maremoto provocó fallos de los sistemas de refrigeración, inutilizándolos. La temperatura fue aumentando progresivamente y, debido al enorme incremento de la presión, se ha liberado vapor de agua e hidrógeno junto con los gases radiactivos que se producen en la vasija de contención. La estructura de las barras de uranio-235 del reactor va deformándose y acabará fundiéndose parcial o, en el peor de los casos, totalmente. En Chernobil la fusión fue global, por lo que la explosión fue enorme y de una sola vez. En Japón, por el contrario, hay una pérdida paulatina de elementos radiactivos y explosiones parciales de los reactores.

No está claro en el momento que escribimos por cuánto tiempo funcionarán los intentos de refrigeración de emergencia, helicópteros, bomberos, ni se sabe en estos momentos cuando se restaurará el abastecimiento normal de energía. No será cuestión de días saber qué comportamientos están teniendo los seis reactores nucleares, qué ha pasado con los motores diesel de seguridad, con las piscinas de residuos altamente radiactivos, con las vasijas de contención, y, desde luego, con los trabajadores de la central. Dentro de seis meses, el perfil de lo sucedido será muy distinto del que ahora podemos vislumbrar.

A finales de 1999, según un sondeo de Asahi Shinbun, un 45% de los japoneses se oponían a la energía nuclear y sólo un 32% la apoyaba. Tres años antes, la mitad de la ciudadanía de la Prefectura Mie firmó una declaración que se oponía a la construcción en la zona de una planta nuclear. Sin embargo, como señaló otro estudio publicado por la Universidad Rice en el año 2000 sobre la opinión pública y la energía nuclear en Japón, una poderosa e influyente minoría social argumentó que la energía nuclear era esencial para la independencia energética de Japón. Los responsables de la propuesta descartaron las protestas como ejemplos de ansiedad a corto plazo, incluso de intereses económicos egoístas, y usaron recompensas financieras y compensación para calmar el descontento. La dependencia nipona de la energía nuclear siguió aumentando. Si en 1990, un 9% de la electricidad de Japón era generada en plantas nucleares, en 2000 el porcentaje era de un 32%.

Se ha confirmado ahora que la TEPCO, la corporación gestora de la central, se abstuvo de hacer varias inspecciones sobre la planta recientemente. Entre ellas comprobar el funcionamiento del generador de energía alternativo para hacer frente a un corte de luz.

En el momento en que escribimos esta presentación, la OMS discrepa del gobierno nipón sobre la contaminación de los alimentos. La radiación detectada en varios productos es más grave de lo que se esperaba. Ha sido el primer toque de atención de la OMS desde que estalló la crisis nuclear. Hasta ahora había respaldado las tesis del gobierno de Tokio sobre la gravedad del problema, afirmando en varias ocasiones que la fuga radiactiva de Fukushima no era peligrosa para la salud más allá del perímetro de evacuación. Sin embargo, a finales de marzo la OMS lanzó una dura advertencia al dictaminar que la radiación detectada en los alimentos era "más grave" de lo que previamente se esperaba. Las partículas de yodo-131 y cesio-137 que los reactores emiten a la atmósfera han contaminado alimentos y agua de una forma más rápida y agresiva de lo que los expertos esperaban. "Es evidente que estamos ante una situación muy seria", declaró Peter Cordingley, portavoz de la OMS para el Pacífico Occidental.

Una pesadilla de "Yume" (Sueños), un film de 1990 del maestro Akira Kurosawa, lleva por título "El monte Fuji en rojo". En ella, la gente huye de un terremoto por un puente. Una mujer y sus dos hijos, un hombre trajeado y otro hombre vestido informalmente se detienen para mirar hacia el monte Fuji. Horrorizados se dan cuenta que está haciendo erupción (ha entrado en erupción realmente unas 75 veces en los últimos 2.200 años). Una inmensa nube radioactiva aparece en el horizonte, inmensas columnas de llamas envuelven la montaña. El hombre trajeado sostiene que la montaña está rodeada por seis plantas atómicas. Huyen pero saben que no hay escapatoria. Japón es un país pequeño. El sueño-pesadilla prosigue con un nuevo escenario: un acantilado desierto que domina el mar, cubierto de escombros. El otro hombre pregunta dónde se ha ido la gente. Le responden: todos

han saltado al mar. Apunta al cielo y explica: "El rojo es plutonio 239. Un cien millonésimo de un gramo causa cáncer. El amarillo es estroncio 90. Se introduce en el cuerpo y causa leucemia. El púrpura es cesio 137. Afecta la reproducción y causa mutaciones. Produce monstruosidades. La estupidez del hombre es increíble. La radioactividad es invisible. Pero debido al peligro la colorearon. Pero eso sólo hace que sepas qué es lo que te mata. Es la tarjeta de visita de la muerte". Se inclina cortésmente, dice "Osaki ni" ("yo primero") se vuelve hacia el acantilado y se prepara a saltar al mar. El otro hombre trata de retenerlo, la radiación no mata de inmediato. Su compañero le responde "esperar la muerte no es vivir". La mujer que estrecha a sus hijos grita: "Nos dijeron que la energía nuclear era segura. El accidente humano es el peligro, no la propia planta nuclear. No habrá accidentes, no hay peligro. Es lo que nos dijeron. ¡Qué mentirosos! ¡Si no los cuelgan por esto, los mataré yo misma!" El hombre que está a punto de saltar al mar le dice que la radiación los matará en su nombre. Se inclina nuevamente y confiesa que él merece morir, lanzándose por el precipicio mientras los vientos radioactivos rodean a los seres vivientes.

No es ese un escenario al que debemos aproximarnos. Es el momento de debatir ampliamente el futuro de la energía nuclear. El ministro de Industria español, uno de los políticos más pro-nucleares del gobierno español, ha aceptado a regañadientes que si alguno de los reactores nucleares españoles no supera la prueba de resistencia europea, el Gobierno no tratará de reparar los defectos sino que cerrará la instalación, al tiempo que hablaba de un examen con criterios "rigurosos" lo cual parece reconocer que los anteriores exámenes no eran exigentes. Ningún país de la UE se ha atrevido a admitir que algunas de sus centrales podían no ser seguras pero no es improbable que el endurecimiento de los controles europeos pueda poner al descubierto algunas deficiencias. El gobierno Merkel, por su parte, ha paralizado el funcionamiento de todos los reactores construidos antes de 1980.

Un grupo de países liderados por Austria, un país desnuclearizado donde años se ganó un referéndum en contra de la energía nuclear, se ha mostrado muy crítico con la existencia misma de la energía nuclear en Europa. Serbia debería transitar ese mismo sendero de racionalidad. Su ciudadanía, la ciudadanía española, los ciudadanos de todo el mundo, sabemos bien que los dos lemas esenciales del movimiento ecologista crítico e informado están más vivos que nunca: "¿Nucleares? No, gracias" , "Mejor activos hoy que mañana radiactivos". Hoy más que nunca es necesario defenderlos y airearlos con tenacidad e insistencia. La industria nuclear está herida de muerte. La movilización ciudadana debe enterrarla en beneficio de la Humanidad y de su futuro.

[RETORNO ÍNDICE](#)

EL CESIO Y LAS RADIACIONES DE FUKUSHIMA

“Otro reactor de Fukushima emite cesio radiactivo”. Así titulaba David Brunat su información para *Público*[1] del pasado 14 de abril. “La aparición de nuevos escapes y peligros nucleares en Fukushima parece no tener fin. En un mes de crisis, no ha habido ni un día en que la situación haya sido de amplia estabilidad. Siempre surge un riesgo no previsto, una nueva noticia inquietante”. El 12 o el 13, no podemos precisar, fue el momento del reactor 4. La Tokyo Electric Power (Tepco), prosigue Brunat, “desveló que la parte superior de la piscina de combustible usado ha alcanzado repentinamente niveles de radiación muy altos y que la temperatura ha aumentado. Eso confirma que las barras de combustible han sufrido daños recientes y están emitiendo nuevas sustancias radiactivas, entre ellas el dañino cesio-137, al medio ambiente”.

Dañino cesio-137... Vale la pena dar cuenta de algunas características del cesio-137. Seleccionamos para ello algunos pasajes de nuestra conversación sobre los efectos de la energía nuclear en la salud y el medio ambiente [2]. Los siguientes pasos por ejemplo:

I) Decías que esta radiactividad [natural] fue disminuyendo a lo largo del tiempo pero que en 1942...

Esta radiactividad fue disminuyendo, efectivamente, pero, en cambio, ha ido aumentando desde 1942. A través de los procesos tecnológicos, de los reactores nucleares, introducimos en la biosfera elementos radiactivos, algunos de los cuales son elementos muy similares a los que fisiológicamente, de forma natural, utilizan los organismos. El estroncio 90, por ejemplo, que es uno de los elementos más importantes de la contaminación de Chernóbil, o el cesio 137, son radionúclidos que se incorporan al organismo. El primero actúa como el calcio y se incorpora a los huesos; el cesio 137 se incorpora a los músculos, como el potasio; el yodo radiactivo se incorpora al tiroides. Todos estos elementos consiguen incorporarse al cuerpo humano porque son equivalentes o iguales, como en el caso del yodo, a elementos no radiactivos que existen en la naturaleza y que son necesarios para la vida. El ininterrumpido aumento del uso industrial, militar, científico y médico de la energía atómica, de los radionúclidos y las ondas electromagnéticas de alta frecuencia, rayos X y gamma, está incrementando fuertemente, y de forma continua, el nivel de exposición que sufre la especie humana a las radiaciones ionizantes.

II) Dados los riesgos asociados a la contaminación por yodo, estroncio o cesio, los mecanismos de su transferencia a la dieta de estos elementos son los mejor estudiados.

Sí. Estos tres radionúclidos se incorporan a los vegetales por penetración foliar o absorción radicular. La fracción de actividad

contaminante transferida depende de la forma de deposición, del tipo de planta y de la naturaleza del suelo. En general, el cesio se fija muy bien en el suelo, mientras que el estroncio y el yodo son más móviles, y se absorbe y acumula fácilmente. El producto primario puede contener cantidades importantes de radionúclido y contaminar así animales herbívoros. A partir de ahí, el paso a la alimentación humana más conocido es a través del ganado bovino.

Para el yodo ¹³¹, debido a su corto período de desintegración, la leche es el vector de penetración más importante y, en menor medida, los derivados lácteos. Diversas pruebas muestran su tránsito acelerado a través de la cadena alimenticia, detectándose su presencia en la leche y en el tiroides bovino y humano muy pocos días después de su emisión al medio. Por su parte, el estroncio ⁹⁰ se distribuye en el organismo como el calcio: su contenido en la dieta es incorporado a los huesos, con una vida media biológica extraordinariamente larga.

III) ¿Qué ocurre cuando se usan aguas para el regadío de cuencas contaminadas?

La radiocontaminación de los alimentos de cultivos que utilizan regadíos de cuencas de agua nuclearizadas es uno de los aspectos que cada día resulta más preocupante. El grado de contaminación depende de la forma de riego y de los radionúclidos implicados. Cabe destacar la acumulación del zinc ⁶⁵ por los vegetales y especialmente por el pasto, que se refleja en la leche y en la carne bovina.

Las cadenas alimenticias acuáticas que pueden transferir radionúclidos a los humanos son principalmente de origen marino: de las algas a los seres humanos, o de las algas a los moluscos y crustáceos y luego a los humanos. Son de gran capacidad concentradora y, por lo general, muy cortas. También hay que considerar las cadenas largas, fluviales o marinas, desde el fitoplancton a crustáceos y peces, y de estos a los humanos, más selectivas pero significativas para algunos radionúclidos como el cesio ¹³⁷. Por otra parte, la capacidad de concentración biológica de algunas especies para determinados radionúclidos puede ser también un factor determinante para la contaminación de los niveles tróficos superiores. El hierro en las algas, el potasio en crustáceos o en moluscos, el estroncio en el caparazón o en sus conchas, son algunos ejemplos de ello.

IV) ¿Cuáles son las principales vías de entrada en nuestro organismo de estos radionúclidos?

La vía digestiva es la principal puerta de entrada de los radionúclidos contaminantes, donde confluyen las cadenas alimenticias terrestres y acuáticas. La absorción por esta vía es muy irregular y varía mucho según las características de los radionúclidos y de las moléculas de las que forman parte. Los gases y las partículas

ingresan en el organismo por vía respiratoria. En el caso de las partículas, en función de su tamaño y de sus características dinámicas, penetran más o menos en el árbol respiratorio pudiendo llegar hasta los alvéolos pulmonares. Una vez allí, según su solubilidad, pueden penetrar en el torrente circulatorio o quedarse en el pulmón. En este segundo caso se pueden depositar de forma muy heterogénea o bien pueden ser absorbidos por el sistema linfático. Si alcanzan el sistema circulatorio —sea por vía digestiva o inhalatoria—, los radionúclidos se distribuyen por el organismo y se acumulan en diversos órganos según sus características químicas. Por ejemplo, el estroncio se acumula en los huesos en competencia con el calcio y el cesio compite en el músculo con el potasio. La vida media biológica...

V) Esta es entonces la gran diferencia entre la radiación interna y la externa.

Sí, en efecto, ésta es la gran diferencia entre la radiación interna y la externa y ahí viene entonces la cuestión de la dosimetría y de la dosis acumulativa de las que hablábamos anteriormente. La dosis acumulativa se produce cuando lentamente, a lo largo del tiempo, vamos acumulando en nuestros huesos estroncio 90, cesio 137 en los músculos, o cuando el uranio 238, el mal llamado “uranio empobrecido”, se acumula por inhalación en los pulmones, en los ganglios linfáticos, en los huesos. Todo estos órganos van acumulando la dosis de radiación.

Estamos ante una polémica a la que antes me he referido lateralmente. Aquí aparece lo que se llaman efectos estocásticos, esto es, efectos debidos al azar. Si la desintegración, una simple desintegración, altera un ácido nucleico ahí estaremos ante un efecto de todo o nada; si ha destruido el ácido nucleico va a originar una mutación y no va a depender de la dosis sino del azar. La energía puede romper el ácido nucleico, y entonces ahí ya se ha producido un efecto, mientras que pueden ocurrir diez desintegraciones que no tocan el ácido nucleico. Es una cuestión probabilística. Este es el grave problema de las dosis alfa y beta de radiaciones. Cualquier cantidad es muy peligrosa si consideramos que el resultante es probabilístico. Por tanto, el efecto resultante va a depender de una serie de variables: de la capacidad de la célula para reparar el daño, de sus características específicas. No es lo mismo, desde luego, una célula epitelial que una del pulmón o una del estómago. Hay, pues, toda una serie de factores, pero en parte ésta es la base de las fuertes discusiones que se originan sobre si esta dosis es inocua o no.

VI) Creándose, por lo tanto, una importante confusión sobre estos temas.

Efectivamente. Un ejemplo de la confusión generada sobre la cuestión lo podemos encontrar en otro comunicado de prensa de la

misma OMS efectuado el 26 abril de 2006 con motivo del vigésimo aniversario del accidente. En este caso la OMS es más prudente que en el comunicado anterior —quizá por las numerosas críticas recibidas— y se refiere a un nuevo Informe, publicado por ella (Ginebra 2006), sobre los efectos sanitarios. Aquí, aquellos 4.000 posibles cánceres mencionados en septiembre, se elevan a 9.000 y se constata que alrededor de 5.000 niños y adolescentes en el momento del accidente han sido diagnosticados de cáncer de tiroides, y que es muy probable que nuevos casos de este tipo de cáncer sigan produciéndose en el futuro. Acepta, además, que más de cinco millones de personas (¡cinco millones!) siguen viviendo en la actualidad en áreas contaminadas con material radiactivo. Aquí conviene ir a los datos originales del mismo Informe, donde se constata que considera sólo a los residentes —los cinco millones mencionados— en áreas con niveles de cesio radiactivo ($Cs\ 137$) superiores a $37.000\ Bq/m^2$ en Bielorrusia, Ucrania y Federación Rusa. La población de territorios con actividades inferiores se ignora. Por otra parte es asombroso que, según dicho Informe, alrededor de 270.000 personas sigan viviendo en áreas que la extinta Unión Soviética clasificó como “zonas estrictamente controladas”, territorios donde la radiactividad supera los $555.000\ Bq/m^2$. Antes he comentado que en la República Checa se han realizado recientemente trabajos de investigación, que han sido publicados en revistas científicas internacionales, sobre la muy alta tasa de cánceres de tiroides que aparecieron a lo largo de los cuatro o cinco años inmediatamente siguientes al accidente, y sobre otro tipo de fenómenos patológicos. Estos son los pocos datos que se tienen sobre estas áreas externas a la antigua Unión Soviética. Pero dentro de las tres repúblicas mencionadas de lo que fue la URSS —Rusia, Ucrania, Bielorrusia—, el estudio se restringe sólo a determinadas áreas, seleccionadas además con criterios un tanto oscuros.

VII) Luego se produjo el accidente de Windscale, que fue también en 1957.

En este caso fue el incendio de uno de los reactores de grafito de la central el que provocó la emisión de acerca de 600 TBq de iodo 131, 45 TBq de cesio 137 y 0,2 TBq de estroncio 90. Las cifras relativamente altas de iodo fueron especialmente preocupantes ya que el día después del accidente este elemento fue hallado en la leche, con una radiactividad de hasta $50.000\ Bq/l$ en granjas ubicadas a 15 Km del reactor. En base a la valoración de las dosis recibidas, se estima que hubo decenas de muertes en el Reino Unido debidas a la radiación emitida tras el accidente, aunque este dato no pudo ser verificado a nivel epidemiológico. Da idea de la importancia de aquel accidente el que la nube radiactiva llegó a detectarse en Copenhague, si bien ignoramos todo de los efectos que pudo causar.

VIII) Por otra parte, aparte de los enfrentamientos

directamente bélicos, estarían las pruebas con armamento atómico

Efectivamente. De 1945 a 1980 las cinco naciones atómicas reconocidas -repito: Estados Unidos, la Unión Soviética, Reino Unido, Francia y China- llevaron a cabo en el mundo pruebas de armamento atómico en la atmósfera con fines militares en 16 áreas de experimentación ubicadas en nueve países diferentes de los cinco continentes. Mientras que una parte de la exposición fue directa -radiación inmediata de neutrones y rayos gamma-, la mayoría de individuos quedaron expuestos como resultado de la lluvia de residuos radiactivos en la atmósfera tras la realización de las pruebas nucleares, llegando incluso a dosis de exposición externa de 2 Gy y a nivel tiroideo de 2 a 50 Gy en las islas Marshall de los Estados Unidos. Los radionúclidos dispersados en la explosión llegaron a la troposfera e incluso a la estratosfera, más de 10 kilómetros de altura, donde se difundieron para caer nuevamente sobre la tierra y océanos. De entre los radionúclidos más estudiados se encuentran el estroncio 90 y el cesio 137. Los isótopos radiactivos se difundieron lentamente por el suelo y el subsuelo, siendo captados por las plantas y entrando consecuentemente en la cadena alimentaria, afectando finalmente a los seres humanos. De esto ya hemos hablado antes.

IX) En cuanto a la relación entre los usos civil y militar de la energía nuclear

La primera fuente de contaminación radiactiva de la biosfera han sido, hasta ahora, las explosiones realizadas por las potencias atómicas. Más de mil. Estas explosiones, además de contaminar la biosfera con un variado repertorio de radionúclidos artificiales, particularmente cesio 137 y estroncio 90, han creado enormes cantidades de núclidos radiactivos "naturales" -en especial tritio, el hidrógeno 3, y carbono 14- que existían en cantidades ínfimas. El incremento de la fracción radiactiva de estos elementos constituyentes de la vida ha quedado reflejado en todos los medios naturales y en la biomasa. Así, en las aguas superficiales marinas, donde la concentración de tritio natural era en 1950 de 0,01-0,03 Bq/l, alcanzó en 1964, tras las continuas explosiones atómicas en la atmósfera, cifras superiores a los 2 Bq/l en el hemisferio norte, unas 200 veces superiores a las preatómicas. Dado que este emisor beta débil tiene una vida media de 12,3 años, tras el cese de pruebas en la atmósfera la concentración de tritio ha ido disminuyendo, detectándose a finales de los 90, en el Atlántico Norte, entre 0,3 y 0,6 Bq/l. Es ilustrativo al respecto ponderar que la cantidad total de tritio natural en el planeta era de 1,3 EBq (EBq: exabecquerelio = 10^{18} becquerelios), o dicho de otra forma, que por cada 10^{18} átomos de hidrógeno, un trillón de átomos. existía uno de tritio. Las pruebas atómicas y luego las plantas nucleares añadieron 186 Ebq de tritio al planeta en los años 60 —un incremento de 143 veces—, del cual

quedaban todavía unos 50 Ebq en 2001. Hoy en día se detectan en el canal de la Mancha y Mar del Norte, en el mar de Irlanda o en el Báltico, concentraciones entre 2 y 20 Bq/l, en contraste con las más de 10 veces inferiores del océano Atlántico. Son el aporte de las plantas ya antes mencionadas de La Hague en Francia, de Sellafield en Gran Bretaña o de vertidos de centrales de la cuenca báltica. Consideraciones similares pueden hacerse respecto al carbono 14. El radiocarbono formado por las explosiones atómicas ha doblado la cantidad existente en el planeta, con el agravante de que con una vida media de 5.730 años hoy en día seguimos expuestos a prácticamente las mismas cantidades que hace cuarenta años, cantidades que se incorporan a la biosfera de forma importante.

Notas:

[1] <http://www.publico.es/internacional/371170/otro-reactor-de-fukushima-emite-cesio-radiactivo>

[2] Fragmentos y datos extraídos de Eduard Rodríguez Farré y Salvador López Arnal, *Casi todo lo que usted desea saber sobre los efectos de la energía nuclear en la salud y el medio ambiente*, El Viejo Topo, Barcelona, 2008.

[RETORNO ÍNDICE](#)

FRASES PRO-NUCLEARES PARA JALEAR LOS OÍDOS DE LA INDUSTRIA

El 13 de marzo de 2011, dos días después del accidente-hecatombe nuclear de Japón, el primer ministro de Japón, Naoto Kan, declaraba [1]: “Esto es diferente al accidente de Chernóbil”.

El día siguiente, 14 de marzo, la presidente del foro nuclear español, María Teresa Domínguez, aseguraba: “Después de ver las imágenes de la catástrofe en Japón, poder decir que todas las centrales han parado, están intactas, soportaron el terremoto y no se ha producido un impacto al exterior.. Yo creo que esto da un mensaje positivo que refuerza la energía nuclear”. Hechos (manipulados) para interesadas teorías (inalterables).

El mismo 14 de marzo, Yikiya Amano, del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), afirmó: “Es muy poco probable que se convierta en algo como Chernóbil”. ¿Por qué era poco probable? No se detuvo en esta insignificancia en representante de la organización atómica

La señora presiden Esperanza Aguirre no se mantuvo callada desde luego. Ahí la tuvimos afirmando ese mismo día 14 de marzo que “desde que existe las nucleares, el único accidente verdaderamente grave ha sido el de Chernóbil”. La memoria y la ignorancia, sabido es, no acuñan bien su moneda.

El día 15, el presidente de la ASN, André-Claude Lacoste, introducía un gramo de sal de sensatez en el mundo pro-nuclear. “El incidente propiciado por el tsunami es peor que el de Three Mile Island y merecería una calificación de 6. No se sabe hasta qué punto el sistema de contención está dañado, pero ya no es estanco”.

Tampoco Luis Echevarri de la OCDE estuvo al margen. El 18 de marzo decía: “Los daños en Fukushima pueden no ser tan graves”. Y a otra cosa, que ya está dicho y no pasa nada.

El 13 de abril, tras declararse el nivel 7, el subdirector de Seguridad Nuclear del OIEA señaló: “Los accidentes [Chernobil, Fukushima] son totalmente distintos; las mecánicas son completamente diferentes”. Nada es uno y lo mismo, pero ¿“totalmente” es el adverbio adecuado?

Ese mismo día, o el día anterior, el primer ministro nipón apuntó confiadamente. “La situación se está estabilizando lentamente, paso a paso, y la emisión de sustancias radiactivas sigue una tendencia a la baja”. Con cara recién levada...

Incluso el director general de actividades nucleares de la EDF francesa, Hervé Macheaud, ha tenido que admitir que la cuestión que plantea el accidente de Fukushima “tiene que ver con los límites de las hipótesis que habíamos considerado”. Ahora, ha concluido, hay que reconsiderarlas; o incluso abandonarlas podríamos añadir.

Sea como sea, la guinda la puso el ministro de finanzas japonés muy pocos días después del accidente, tras una reunión del consejo

de ministros nipón: la gente debe entender que si pretende vivir como está viviendo, tiene que asumir accidentes como el de Fukushima. Hay que apechugar con ello.

Ni más ni menos.

Notas:

[1] Tomo como fuente *Público*, 13 de abril de 2011, pp. 4 y 5.

[RETORNO ÍNDICE](#)

UNA CADENA SILOGÍSTICA SOBRE CATÁSTROFES NUCLEARES Y EL CAPITALISMO REALMENTE EXISTENTE.

Premisa 1: Por una grieta del reactor 2 de la central nuclear de Fukushima se están filtrando toneladas de agua altamente radiactiva al mar. Brunat [1], el excelente corresponsal de Público en la zona, informa que cada metro cúbico de ese agua emite mil milisieverts/h: una cantidad capaz de matar a un ser humano tras 30 minutos de exposición.

Premisa 2: Declaraciones de Hidehiko Nishiyama, el portavoz de la Agencia de Seguridad Nuclear Japonesa (ASNJ), una agencia que ha sido durante décadas un aliado fiel y silencioso de las grandes corporaciones eléctricas niponas: "Después de ver cómo los niveles de radiación aumentaban en el mar, hemos tratado de confirmar la causa. Podría ser esta". Agregó: "Podría haber roturas similares en la zona y tenemos que encontrarlas cuanto antes".

Premisa 3: Tras detectar la grieta y a fin de contener cuanto antes la filtración, prosigue Brunat, los trabajadores de Fukushima "empezaron a preparar la operación para rellenar de cemento el lugar, situado cerca de la toma de agua del reactor 2 y donde se encuentran varios cables eléctricos". TEPCO no ha informado cómo van a realizar los trabajos teniendo en cuenta "el enorme peligro para la salud que entraña permanecer en ese lugar más de diez minutos". Vale la pena insistir: diez minutos.

Premisa 4: Según la revista japonesa *Weekly Post*, la corporación nipona, hasta hace un mes una de las grandes compañías núcleo-eléctricas del mundo y una de las que más informes falsos ha generado hasta momento, ofrece hasta 3.500 euros diarios a todo obrero que se preste a trabajar en las zonas más irradiadas "y salir cuánto antes del lugar una vez completado el trabajo".

Premisa 5: "Mi compañía me ofreció 200.000 yenes (1.750 euros) al día", la mitad del ofrecimiento de TEPCO, ha indicado un trabajador subcontratado. Los negocios siguen siendo los negocios incluso en momentos de hecatombe nuclear.

Premisa 6: Reflexión del trabajador subcontratado japonés: "En condiciones normales, lo hubiera considerado el trabajo de mis sueños, pero, cuando mi esposa rompió a llorar, decidí declinar la oferta".

Premisa 7: Las operaciones para contener la filtración del reactor 2 se suman a los esfuerzos para drenar los charcos de agua altamente

radiactiva que permanecen en zonas de las unidades 1, 2 y 3 de la central, agua que dificulta las tareas para restaurar la refrigeración de los reactores. Propuesta de TEPCO: instalar una estructura tipo pontón que puede contener un máximo de 18.000 (dieciocho mil!) toneladas de agua, informaron medios locales. La estructura de acero, tempestades de acero escribió el nazi Jünger, mide 136 m. de largo, 46 m de ancho y 3 m de altura

Premisa 8: El primer ministro japonés, Naoto Kan, ha visitado recientemente, acaso a principios de abril, el área devastada por el tsunami. Ha sido su primera visita. Algunas personas refugiadas consideraron que la visita llegaba demasiado tarde

Conclusión: Tarea del lector/a. Pistas: apuesta fáustica pro-nuclear, capitalismo y condiciones laborales, explotación de la fuerza del trabajo, el poder político-económico de las grandes corporaciones, inexistencia principio de precaución, aproximación pueril e irresponsable a la tecnociencia, capitalismo e irracionalismo. Definitivamente, el capitalismo no es un humanismo ni siquiera un naturalismo consistente.

Nota:

[1] Tomo esta y el resto de informaciones de DAVID BRUNAT, "Japón admite que hay una grieta en un reactor de Fukushima". <http://www.publico.es/369363/japon-admite-que-hay-una-grieta-en-un-reactor-de-fukushima>

[RETORNO ÍNDICE](#)

¿QUIÉN MANDA REALMENTE EN EL GOBIERNO DE ESPAÑA?

En 1971, cuando se inauguró la central burgalesa, la Confederación Hidrográfica del Ebro [CHE] ya advirtió a sus gestores la imposibilidad de garantizar, sin riesgos, durante cien días anuales los 25.000 litros de agua por segundo que necesita y consume la nuclear de Santa María de Garoña para enfriar el núcleo del reactor. En total, aproximadamente, unos 211.500 millones de litros de agua anuales. En sus más de 40 años de vida, más de 8 billones de litros extraídos del Ebro.

En 2009 [1], a principios de junio, el Consejo de Seguridad Nuclear, un organismo público teóricamente encargado de evitar fallos en el parque nuclear español, controlar a sus gestores privados, sancionar si es necesario y garantizar la seguridad de las centrales pensando ante todo en la ciudadanía y no en los negocios, consideró seguro el funcionamiento de la central burgalesa. Dieron, sabido es, el visto bueno para la prórroga de su actividad. Hasta 2019: ni más ni menos. Rozando las bodas de plata o de otro, no sé bien. Nuclenor - Endesa e Iberdrola- más felices que un bonano juguetero. Agotaron las existencias de cava y champagne.

Tres semanas después del dictamen del CSN, el 1 de julio, la secretaria de Estado de Cambio Climático, que depende de Medio Ambiente, alertó que el caudal del Ebro, el alimento esencial de la central para refrigerar el reactor como hemos visto, podría disminuir hasta un 18% durante el período 2011-2040. Los informes del Ministerio pedían "una modificación del actual sistema de refrigeración" de la central si se prorrogaba su actividad, como así ocurrió finalmente, más allá de 2009. Los informes de la secretaria de Estado de Cambio Climático y de la Confederación Hidrográfica del Ebro, recuerda Manuel Ansedé, advertían de que la refrigeración del reactor se enfrentaba "al riesgo de carecer de garantías ante épocas de sequía". Ambos organismos recordaban que, de hecho, la central ya tuvo que parar su actividad en julio de 2006. La razón: falta de caudal en el río.

A pesar de ello, o acaso por ello, el Ministerio de Industria dirigido por el señor Sebastián, la arista más pro-nuclear del Gobierno español, no envió, porque no le vino en gana, al CSN los informes de Medio Ambiente, de sus colegas políticos de gobierno. Un día después, sólo un día después, el Consejo de Ministros anunció una prórroga, no la última forzosamente, para la planta atómica. Hasta 2013. ¿Y por qué el pro-nuclear Ministerio de Industria no envió los informes? Pues, en primer lugar, porque, no es ninguno infundio ni ninguna acusación injustificada, son pro-nucleares y sirven a quien sirven por convicción o por razones muy otras, y porque, además, no consideraron que plantease "un riesgo para la seguridad de la central", según reciente comentario de portavoz del Ministerio. ¿Y por

qué no era un riesgo para la seguridad de la central? No comment.

¿Y el sector atómico, incluidos sus representantes más fieles, como el muy amigo del átomo el señor Duran i Lleida? Inmóvil el ademán, con el piñón fijo como Parménides: interpretan, señala Manuel Ansedé, los informes de Medio Ambiente como "una maniobra del Gobierno para justificar el cierre de Garoña". ¡Maniobra del Gobierno! Como el hormigón o el acero que deben proteger el núcleo de los reactores.

En frente tienen su aliado: el criterio pronuclear del ministro de Industria, Miguel Sebastián, que, desde luego, tampoco se ha movido un milímetro después de lo sucedido en Fukushima. El dogmatismo y los intereses en el puesto de mando; el tiempo lo cura todo, ya habitará el olvido, suelen pensar.

De hecho, en términos similares se opera en la Unión Europea. El gran científico catalán Eduard Rodríguez Farré ha comentado que las cartas industriales y ambientales se juegan muy desigualmente en instancias europeas: ellos, los ambientalistas, elaboran informes documentados y argumentados, y los industriales, sus directores generales y sus intereses, toman decisiones. Lo primero son opiniones; lo segundo, tomas responsables de posición. Con sus propias palabras: "[...] Pero una cosa que es necesario decir y que es políticamente muy incorrecta es la siguiente: las direcciones de Medio Ambiente en Europa y en otros lugares son meros floreros. La gran potencia, el gran poder que hay en la Unión Europea, es, no nos engañemos, la dirección de Industria" [2].

Por detrás, como finalmente vio con riesgo para su propia vida aquel inicialmente entusiasta pero no cegado ingeniero nuclear inolvidablemente interpretado por Jack Lemmon en la muy recomendable "El síndrome de China" de James Bridges [3], una película de 1978 realizada durante la presidencia de Carter que debería ser hoy de visión casi obligatoria en Universidades e institutos, por detrás, decía, está la potente, irresponsable e insaciable mano de la industria privada núcleo-eléctrica y de sus externalidades, poderosas industrias manufactureras que, como las de la película, realizaran diversas tareas no siempre controladas y tienen sus propios cuerpos de seguridad.

Notas:

[1] Tomo la información de: Manuel Ansedé, "Industria no envió al CSN los informes del agua de Garoña" <http://www.publico.es/ciencias/370183/industria-no-envio-al-csn-los-informes-del-agua-de-garona>

[2] E. Rodríguez Farré y Salvador López Arnal, *La ciencia en el ágora*, El Viejo Topo, Barcelona (en prensa).

[3] La película de la Columbia Pictures Industria fue producida por un joven Michael Douglas que interpreta también un papel de realizador rebelde en el film.

[RETORNO ÍNDICE](#)

SOBRE LA IZQUIERDA PRO-NUCLEAR

No se trata de opiniones de dirigentes sindicales cogidos en dilemas de difícil o imposible solución -paro, por la cara A; prolongación de las centrales, por la cara B- ni tampoco de intervenciones pro-nucleares en foros FAES de ex secretarios generales de CC.OO. que hoy se ubican en ámbitos muy cercanos a la derecha españolista con nuevos y viejos ropajes. No, no es eso, se trata de comentarios y reflexiones de personas que dicen pertenecer y permanecer en al ámbito de la izquierda política.

Miguel Ángel Quintanilla, Catedrático de Lógica y Filosofía de la Ciencia y ex responsable político institucional en varios gobiernos PSOE, ha publicado recientemente en *Público* un artículo que lleva por título “La lección de Fukushima” [1]. Estas son las lecciones extraídas tras el hecatombe nuclear nipona por este destacado catedrático de lógica.

Hace siete años, señala MAQ, “la geóloga Leuren Moret publicaba un artículo en *The Japan Times* sobre la seguridad de las centrales nucleares”. En él ya se denunciaban los “múltiples errores, fallos y mentiras de la industria nuclear y del Gobierno japonés”, dejando para la posteridad una premonición que, leída ahora, prosigue MAQ, produce escalofríos: “La cuestión no es si en Japón se va a producir o no un desastre nuclear; la cuestión es cuándo se va a producir”. Conocemos la respuesta: 2011, con antecedentes destacados.

Es cierto, prosigue MAQ, que el accidente de Fukushima es resultado de una sucesión de desastres naturales de una magnitud extraordinaria. Incluso, añade el catedrático de lógica, “todavía podemos felicitarnos de que la catástrofe no haya sido mayor”. Pero, en su opinión, lo importante es saber “si las cosas podían haberse hecho de otra forma y qué debemos hacer para que no vuelvan a suceder”.

MAQ sostiene que “el desastre nuclear en Japón no se ha producido por falta de conocimientos ni de capacidades para hacer las cosas mejor (no poner centrales nucleares en zonas sísmicas, no situar las instalaciones asuficiente altura sobre el nivel del mar, no prever sistemas de emergencia eficaces en casos de catástrofes naturales)”. Lo que faltó, esa es la tesis central de su artículo, “fue un juicio correcto al ponderar los riesgos que se asumían al tomar las decisiones que se tomaron en su día”.

Nuestro filósofo de la ciencia se pregunta “si el juicio sobre riesgos de la industria nuclear puede ser correcto si debe estar supeditado, en todo o en parte, a los intereses económicos de una empresa privada”. Debería haber otra forma de hacer las cosas en su opinión. Por ejemplo, el ejemplo es del propio autor, “la gestión de las centrales nucleares, desde su diseño hasta su cierre, y durante todo su funcionamiento, debería estar en manos de un cuerpo de

especialistas, pagados con fondos públicos y juramentados”, como los monjes de otras épocas (la generosa comparación eclesiástica también es de MAQ), “para gestionar el ciclo de la energía nuclear atendiendo tan sólo a los más altos estándares de seguridad y a los intereses de la sociedad y los ciudadanos”.

Para ello, concluye MAQ, ni siquiera sería preciso expropiar las centrales nucleares: “Bastaría con nacionalizar su gestión (una solución, por cierto, que seguramente el propio Gobierno japonés tendrá que adoptar en Fukushima en los próximos días)”. De este modo, la lección de Fukushima no es sólo que lo nuclear es peligroso, cosa que refuta para siempre más la afirmación publicitaria de la seguridad de las centrales, “sino que la gestión del peligro nuclear es demasiado importante para dejarla a merced de intereses económicos”.

MAQ, por tanto, sostiene que lo nuclear no debe dejarse, sin más, en manos privadas pero no aboga, cuanto menos en esta ocasión, por la paulatina desaparición de la industria ni hace, desde luego, llamamiento alguno al, digamos, combate ciudadano antinuclear: vivir activos hoy, para no vivir radiactivos mañana.

No es MAQ el único filósofo o científico que, desde posiciones de izquierda política en sentido amplio o amplísimo, abonan matizadamente o no argumentan críticamente de manera global contra la industria nuclear. Manuel Lozano Leyva, catedrático de física atómica, sería otro ejemplo conocido. En los años de la transición, no fueron pocas ni marginales las voces que en el seno de la izquierda hablaron de una reconsideración del tema nuclear [2].

Una discusión en torno a estas posiciones podía tomar el siguiente aspecto [3].

SLA: Déjame preguntarte por otro asunto, por los argumentos de los defensores de la energía nuclear desde una perspectiva que se dice de izquierda. Manuel Lozano Leyva, persona sin duda informada, catedrático de física atómica, molecular y nuclear en la Universidad de Sevilla, ha defendido la energía nuclear (Público, 7 de diciembre de 2007) desde una posición políticamente progresista, eso sí, afectada en mi opinión por un cierta dosis de tecnocraticismo cientificista. Su tesis básica es que el rechazo a la energía nuclear no es progresista.

ERF: No sé qué entiende Lozano Leyva por progresismo pero en fin, ¿cuáles son sus argumentos?

Apunta en primer lugar, que ninguno de los problemas de las centrales nucleares es significativo. Señala que actualmente existen 441 reactores funcionando en el mundo y que en cinco décadas sólo se ha producido un accidente grave el de Chernóbil, donde coincidieron, señala, “circunstancias tan insólitas que si se hubiera planificado perversamente no

habría salido peor”.

Pues con su primer argumento no estoy nada de acuerdo. Ya hemos hablado de ello largamente. Chernóbil no ha sido el único accidente de importancia en la historia de la industria nuclear. Ha habido numerosísimos accidentes de todo tipo: muy graves, potencialmente graves y accidentes menores. Todo ello, sin tener en cuenta el larguísimo número de “incidentes” que se han ocultado y en los que se sospecha que lo que realmente sucedió fueron “accidentes” más o menos serios.

En este punto creo que a Lozano Leyva le falta información o bien tiene una noción de “accidente grave” que no logro ni puedo compartir.

Sobre los residuos radiactivos, apunta que aventajan a los de las centrales térmicas porque se localizan puntualmente y no se esparcen en la atmósfera. Ambos duran miles años pero en el caso de los radiactivos se vislumbra una nueva tecnología de eliminación por transmutación. No existe nada parecido con el CO2 y los otros gases de las centrales térmicas.

Es bien cierto que los residuos generados por las centrales térmicas, especialmente las de carbón, no son inocuos, no podemos ignorarlo, y que tienen una incidencia importante sobre el medio ambiente. Sin embargo, no es verdad que los residuos generados en las centrales térmicas duren miles de años con la excepción, si es el caso, que no siempre es así, de los escasos residuos radioactivos que éstas puedan generar.

En todo caso, nunca es bueno comparar entre “dos males” y, desde luego, tanto las centrales nucleares como las centrales térmicas de carbón lo son. A quienes propugnan la “solución nuclear” hay que indicarles que de lo que se trata es de buscar soluciones que sean lo menos dañinas posibles para el medio ambiente y la población y eso pasa, sobre todo, por la reducción del consumo energético, la reducción de su desigualdad en el mundo y la apuesta en serio, no sólo como juego lingüístico floreado en tribunas públicas a las que no se concede ninguna importancia real, por las energías renovables.

En cuanto al uso militar o terrorista de la tecnología nuclear, asegura Lozano Leyva que es mucho más controlable que otras tecnologías más simples e igual de mortíferas como las biológicas y químicas.

¿Controlable el uso militar de la tecnología nuclear? Pero si seguimos desconociendo de forma oficial su uso en la primera guerra del golfo o en el caso de los bombardeos sobre la antigua Yugoslavia...Y, además, ¿qué quiere decir *controlable* exactamente? ¿Quién debe ejercer ese control por otra parte?

Señala también el catedrático de física sevillano que el verdadero problema no reside en la seguridad ni en los residuos sino en el probable encarecimiento del uranio: si se multiplican las centrales por diez, pongamos por caso, el uranio se encarecería, la probabilidad de accidentes aumentaría y “el control de los residuos radiactivos exigiría mucho más que unas decenas de guardias civiles”.

No comento el punto de las decenas de guardias civiles, que me parece mal expresado e impropio de un educador científico de la ciudadanía pero con el resto de afirmaciones estoy de acuerdo con algún matiz. El uranio, por otra parte, no sólo se encarecería sino que ya se ha encarecido enormemente como ya hemos indicado, además de que podría agotarse en pocas décadas.

Luego, por tanto, si se extendiese el uso de la energía nuclear, y parece que ésa es su apuesta, Lozano Leyva debería admitir como mínimo tres problemas, tres graves problemas en su apuesta: neto encarecimiento de la fuente primaria y su agotamiento previsible a corto plazo; mayor riesgo de accidentes, y mayores problemas de seguridad para los residuos radiactivos.

Ya sé que no existen soluciones perfectas en casi ningún asunto humano de importancia pero no es poca cosa lo que se acaba de apuntar.

Pero para él, admitiendo la necesidad de menor consumo energético y de estabilizar el número de habitantes del planeta, hay que apostar por el desarrollo de infinidad -según sus propios términos- de vías nucleares de producción de energía eléctrica, como el uso del torio, que, en su opinión, “la demagogia ha frenado”. Las energías alternativas, para él la solar, la térmica o la fotovoltaica, es la única viable, dado su pequeño rendimiento sólo cuentan como energías complementarias.

La transmutación de residuos nucleares -bombardear residuos nucleares con partículas subatómicas para transformarlos en elementos no radiactivos- es una materia en la que no se ha avanzado significativamente en las últimas décadas. A pesar del esfuerzo realizado, no hay resultados que ni tecnológica ni económicamente sea factible realizar industrialmente ni a breve ni a largo plazo. Existen grandes instalaciones pero para obtener transuránicos en cantidades ínfimas de materia, y nosotros estamos hablando de millares de toneladas. Si me permites, más que una apuesta razonable me parece un brindis al sol de la ciencia ficción. Hay aquí, creo, una confianza excesiva y poco razonable por un escenario científico-tecnológico del que apenas hay indicios.

Pero si llegase a funcionar...

Aún en el hipotético caso de que la técnica de la transmutación llegase a funcionar en un futuro, por el momento no previsible, no

lograría hacer desaparecer del todo los residuos radiactivos, por lo que el problema permanecería, con distintas dimensiones, y no evitaría la discusión sobre la necesidad de tener que construir un cementerio nuclear. Recientemente, Carlos Bravo, responsable de la campaña de energía de Greenpeace, ha declarado que en materia de residuos radiactivos no hay panaceas ni varitas mágicas. "Hacemos un llamamiento a la responsabilidad de quienes tratan de confundir a la opinión pública con soluciones mágicas en materia de residuos radiactivos". Yo estoy totalmente de acuerdo con él.

Ante esta situación, no es extraño que no haya consenso social ni político para resolver este problema. Esto explica, como decíamos, el fracaso de los sucesivos planes de la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (ENRESA) de implantar un cementerio nuclear de residuos de alta actividad en España, el conocido como ATC (Almacén Temporal Centralizado). Para mí, el verdadero consenso pasa por establecer previamente un calendario de cierre de las centrales nucleares.

Para finalizar este punto, Eduard, Lozano Leyva apunta también una consideración político-cultural y afirma que es un enigma que se identifique el rechazo de la energía nuclear con el progresismo político. Él señala, en curiosa afirmación, que "es infinitamente más retrógrado el petróleo que el núcleo atómico" y que, en caso de desastre, preferiría que nuestros descendientes heredaran la ciencia nuclear y su tecnología, "tan europeas y cultas", a que se vieran esclavizadas por el petróleo y sus propietarios.

Sinceramente, a mi me parece sorprendente que una persona tan documentada como él tenga preferencias tan eurocéntricas y que meta en el mismo saco, sin ninguna distinción, a todos los dueños y países propietarios del petróleo. Yo no lo hago y no creo que sea bueno hacerlo desde una posición de izquierdas.

La afirmación que citas sobre el carácter *infinitamente* más retrógrado el petróleo respecto al núcleo atómico, que vaya usted a saber qué significa, debe ser una desviación profesional o una metáfora arriesgada. Ni logro entenderla ni me parece muy significativa.

¿Es acaso una quimera, una simple ensoñación, pretender vivir sin nucleares? Uno de nosotros -ERF- dio hace tres años la siguiente respuesta: "Tal como se señalaba en el informe CiMA (Científicos por el Medio Ambiente), documento que hemos elaborado Anna Cirera, Joan Benach y yo mismo con la inestimable ayuda de Jorge Riechman, los efectos sobre la salud y el medio ambiente producidos por las radiaciones ionizantes de las centrales y el conjunto de la actividad industrial nuclear son de muy compleja evaluación debido, entre otras razones, a la dificultad de estudiar su incorporación en la cadenas tróficas, la reconstrucción de las dosis de exposición de las

poblaciones objeto de estudio, así como por la variedad de las respuestas biológicas que se producen. No obstante, existe una notable evidencia científica de los múltiples riesgos para la salud y el medio ambiente asociados a la exposición a radiaciones ionizantes como resultado de los centenares de accidentes e incidentes nucleares producidos en todo el mundo durante más de cincuenta años, que han ocasionado miles de víctimas y afectados”. Además, desde el punto de vista científico, “no es posible en la actualidad estimar una dosis por debajo de la cual las radiaciones ionizantes no produzcan efectos patológicos. Es importante señalar que, en este caso, la relación causa-efecto no es de tipo lineal, sino que depende de múltiples factores: la intensidad y la naturaleza de la fuente de radiación, la dosis total recibida, la duración temporal de la exposición, la edad de la población expuesta o la susceptibilidad individual. Etc. Puede decirse, por tanto, que no existe una dosis de radiación que sea segura”.

En definitiva, ante la evidencia científica que señala claramente que las actividades derivadas del ciclo conjunto de la actividad industrial nuclear pueden perjudicar seriamente la salud pública y el medio ambiente, incluso en condiciones normales de utilización y funcionamiento, “mi posición es que no deben y no pueden prevalecer los intereses políticos o la búsqueda de los beneficios económicos. El conocimiento disponible lleva a considerar, con más vigencia que nunca, como antes decía, un antiguo y sabio criterio médico: cuando hay dudas razonables, lo mejor es abstenerse. Por ello, para prevenir las peligrosas consecuencias que hemos descrito, para evitar que éstas se produzcan, se impone aplicar el “principio de precaución” y evitar la utilización de la energía nuclear. Podemos vivir sin nucleares y podemos vivir mejor”.

Y todos y todas además.

Notas:

[1] <http://blogs.publico.es/delconsejoeditorial/1351/la-leccion-de-fukushima/>

[2] Para un ejemplo muy reciente: 25 aniversario de la tragedia de Chernóbil: entrevista con el académico y radioquímico B.F. Myasoyédov. Una lección para toda la humanidad. Soviétskaya Rocía (traducido del ruso para Rebelión por Josafat S. Comín). <http://www.rebelion.org/noticia.php?id=127130>

[3] Tomado del capítulo XV de ERF y SLA, *Casi todo lo que usted desea saber sobre los efectos de la energía nuclear en la salud y en el medio ambiente*, El Viejo Topo, Barcelona, 2008.

[RETORNO ÍNDICE](#)

ENTRADA, DISTRIBUCIÓN Y ACUMULACIÓN DEL URANIO EN EL ORGANISMO (*)

Recordemos algunas definiciones y consideraciones sobre el uranio.

Las definiciones:

URANIO ENRIQUECIDO: Es uranio con mayor proporción del isótopo 235 que el uranio natural. El necesario para su uso en las centrales nucleares o en armamento nuclear. La denominación, al igual que la de uranio empobrecido, tiene fines propagandísticos.

URANIO EMPOBRECIDO: La denominación uranio empobrecido (*depleted uranium* en inglés; literalmente uranio gastado, agotado) no deja de ser extremadamente utilitarista y confusa. Es uranio empobrecido en isótopo de peso atómico 235, pero enriquecido en el abundante isótopo 238. Es el utilizado para ciertas finalidades, especialmente en los reactores plutonígenos militares y en la elaboración de obuses de gran poder perforante.

Las consideraciones:

Si te parece, para empezar a situarnos, podríamos hablar del uranio, que como es sabido juega un papel básico en la industria nuclear y en las centrales. ¿Qué tipo de elemento químico es el uranio? ¿Cuáles son sus isótopos principales?

El uranio es un metal, es el elemento *natural* más pesado que existe en nuestro planeta. Es cierto que existen otros elementos químicos más pesados pero son artificiales, no existen por sí mismos en la Naturaleza. El número atómico del uranio, el número de los protones de su núcleo, que en la literatura científica se representa con la letra Z, es el 92. Este valor, en los átomos neutros, coincide con el número de electrones existentes en la corteza. Es una magnitud que singulariza las propiedades químicas de cada elemento ya que éstas vienen básicamente determinadas por el número y distribución de los electrones de las capas superiores.

En la corteza terrestre el uranio se encuentra en una concentración promedio de 2-3 ppm, es decir, de 2 a 3 partes por millón, entre 2 y 3 miligramos de uranio por cada kilogramo de materia terrestre, en forma de diversos minerales como la pechblenda o la uraninita, y está compuesto por una mezcla de tres isótopos, todos ellos radiactivos y definidos por su peso atómico. El uranio 238 -al decir 238 nos referimos al peso atómico, a la suma de protones y neutrones del núcleo, no a su número atómico que es, como dijimos, el número de protones-, este uranio 238, decía, constituye el 99,27% del total existente. Su vida media radiactiva...

Un momento. ¿A qué llamamos elementos radiactivos? ¿Cómo se define la vida media?

Un elemento químico es una sustancia que no puede ser descompuesta en partes más básicas, más elementales, mediante una reacción química. Un elemento químico es, digamos, una clase de átomos. Los [átomos](#) con igual [número atómico](#), con igual número de protones, corresponden al mismo elemento químico que puede formar varias sustancias simples. Elemento químico y sustancia simple no son nociones equivalentes.

Por ejemplo.

El elemento químico oxígeno O forma dos sustancias con características muy diferentes: el ozono (O₃) y el oxígeno (O₂).

¿Y cuántos elementos químicos existen?

Conocemos 118 elementos. De éstos, 90 se encuentran en la naturaleza, formando parte de [sustancias simples](#) o de [compuestos químicos](#); [el resto](#) ha sido creado artificialmente con [aceleradores de partículas](#) o en [reactores atómicos](#). Excepto el tecnecio y el prometeo, de números atómicos 43 y 61 respectivamente, todos los elementos artificiales son transuránicos.

¿Elementos transuránicos?

Son los elementos químicos con un número atómico mayor que 92, el número correspondiente al uranio. Algunos de estos últimos elementos, especialmente los transuránicos más pesados, son muy inestables, apenas existen durante milésimas de segundo.

¿Qué es entonces la radiactividad?

La radiactividad es un fenómeno físico natural por el que algunos [elementos químicos](#), llamados por ello “radiactivos”, emiten [radiaciones](#) que tienen la propiedad de ionizar a la materia. Por esa capacidad, y en contraste con las restantes radiaciones, se las suele denominar “radiaciones ionizantes”. Las radiaciones emitidas pueden ser electromagnéticas de alta energía, en forma de [rayos X](#) o de [rayos gamma](#), o bien diferentes tipos de partículas, como [núcleos de helio](#) (partículas alfa), [electrones y positrones](#) (partículas beta), [protones](#), neutrones. La radiactividad es, por tanto, una propiedad de los [isótopos](#) de los elementos que son “inestables”, que se mantienen en un estado excitado en su estructura nuclear; por ello, para alcanzar su estado fundamental de equilibrio, deben perder energía. Y, como decía, esta pérdida energética se alcanza con emisiones electromagnéticas o con emisiones de partículas que tienen una determinada energía cinética. De esta forma, en varios pasos sucesivos, un isótopo pesado puede terminar convirtiéndose en uno mucho más ligero, como es el caso del uranio que con el transcurrir del tiempo acaba convirtiéndose en [plomo](#).

Poco a poco podemos ir viendo estas nociones con más detalle, surgirán a lo largo de nuestra conversación. La radiactividad, como veremos, es aprovechada para la obtención de [energía](#) y es usada en

medicina, en [radioterapia](#) y en [radiodiagnóstico](#), y también en aplicaciones industriales, como, por ejemplo, en medidas de espesores y densidades.

¿Y qué es la vida media radiactiva?

La vida media de un elemento radioactivo, denominada también período de semidesintegración, es un concepto físico que se suele simbolizar por $T_{1/2}$. Es la cantidad de tiempo necesaria para que se desintegren la mitad de los átomos de un elemento dado. La vida media de un determinado isótopo es siempre la misma, no depende, por ejemplo, de cuántos átomos tengamos o de cuánto tiempo hayan estado allí. La vida media del uranio 238, el isótopo del que hablábamos, es de 4.510 millones de años. Con esto se quiere decir que esta clase de uranio tarda 4.510 millones de años no en desaparecer sino en quedarse reducido a la mitad de su masa. El uranio 235, que es el 0,72% del total de uranio existente, tiene una vida media de 713 millones de años, y el 234, que está en una proporción del 0,006%, tiene una vida media de 247.000 años.

De los tres, sólo el uranio 235 es utilizable como combustible en las centrales nucleares.

Efectivamente. De los tres isótopos citados sólo el uranio 235 es utilizable para la fabricación de bombas atómicas o como combustible en los reactores nucleares, tanto los dedicados a la producción eléctrica como a otros fines. Ello es debido a que este tipo de uranio es fisible, es decir, puede desintegrarse en otros elementos con liberación de ingentes cantidades de energía cuando es bombardeado con neutrones lentos. Ahora bien, para su uso en reactores, el 0,7% de uranio 235 presente en los minerales de uranio naturales debe ser incrementado hasta un 3-5%, y para fabricar bombas atómicas debe alcanzar una proporción mucho mayor, entre un 90 y un 95%. Al uranio 238, que se origina en el complejo proceso de separación isotópica, se le ha denominado, eufemísticamente, *uranio empobrecido* en contraste con el uranio enriquecido en el isótopo 235.

Por eso se habla del “enriquecimiento” del uranio o del “uranio empobrecido”.

Éste es un tema que ha salido a la luz recientemente. Desde las guerras de Mesopotamia, desde inicios de los años noventa, no antes, se ha empezado a utilizar la terminología “uranio empobrecido” y “uranio enriquecido”. Desde el punto de vista del impacto sobre la salud humana y el medio ambiente, e incluso desde el mismo punto de vista físico, todas estas denominaciones son incorrectas o, como mínimo, muy confusas. Básicamente son terminología de marketing, términos publicitarios, que sin duda juegan un papel político-cultural, pero no son propiamente nociones científicas.

Al decir que un tipo de uranio está enriquecido en algún

aspecto, parece que se quiera decir que las otras clases de uranio han perdido su valor y que, por consiguiente, ya no pueden tener uso productivo. No es así, en absoluto. Como decía, el uranio natural que hay en las minas es, fundamentalmente, una mezcla de uranio 238 y del otro isótopo, el uranio 235. Ambos isótopos tienen, prácticamente, la misma energía de desintegración y las mismas características radiobiológicas, si bien difieren, como veíamos, en su periodo de semidesintegración, y se desintegran en forma de partículas alfa, que son núcleos totalmente ionizados de helio, sin su envoltura electrónica, formados por dos protones y dos neutrones, partículas altamente energéticas que pueden ocasionar graves problemas en la salud cuando entran dentro de nuestro organismo.

Vale la pena insistir, por tanto, en este punto. Tanto el uranio 235 como el uranio 238, tanto el “enriquecido” como el “empobrecido”, digámoslo así para entendernos, tienen este tipo de desintegración. Esto es lo que importa realmente de cara a sus posibles impactos en la salud humana.

Desde un punto de vista físico, ¿cuál es su principal diferencia?

Desde esa perspectiva, desde un punto de vista físico, la gran diferencia consiste en que el uranio 235 es un elemento que en ciencias físicas se denomina fisible, es decir, como decía antes, que puede “romperse”, de forma tal que cuando su núcleo recibe neutrones se divide en otros elementos más simples liberando energía. Éste es el tipo de uranio que interesa en los reactores nucleares o en los centros militares donde se construyen bombas atómicas, mientras que la otra clase de uranio, el 238, al recibir neutrones no se fisiona sino que se transforma en plutonio. Es a este último al que llaman “uranio fértil”.

Esta es la principal diferencia que existe entre ambas clases de uranio desde el punto de vista de sus propiedades físicas. Conviene recordar, por otra parte, que el isótopo 239 del plutonio producido a partir del uranio 238 es también radiactivo y fisible y es utilizado básicamente en otras versiones de las bombas atómicas.

Por lo que antes decíamos, desde el punto de vista tecnológico, para una central nuclear o para la fabricación de armas nucleares, el uranio que importa es el 235. Como la cantidad existente de este uranio en la naturaleza es muy pequeña, lo que se busca es incrementar su proporción. Éste es uno de los puntos críticos tanto del ciclo militar como del civil. De hecho, éste es el principal problema que existe actualmente con Irán.

Pero, como decías, todos los isótopos del uranio son radiactivos

Como todo tipo de uranio, el denominado “empobrecido” también es radiactivo, aunque su intensidad sea menor que la del *enriquecido*. El “empobrecido” proviene, como he intentado explicar,

de los restos no utilizables del uranio enriquecido, del uranio que es empleado en las centrales nucleares y en usos militares. De hecho, en la actualidad, existen ingentes cantidades acumuladas de ese tipo de uranio como subproducto de la industria nuclear. Conviene no ignorar de todos modos que el uranio 238, el uranio empobrecido, tras absorber neutrones y seguir una doble desintegración beta...

¿Desintegración beta?

La *desintegración o emisión beta* es un proceso por el cual un [núclido](#) no estable puede transformarse en otros núclidos mediante la emisión de una partícula beta que puede ser un electrón (carga negativa), la desintegración beta más usual, o un positrón (carga positiva).

El uranio 238, como decía, se transforma en el elemento sintético de número atómico 94 —prácticamente inexistente en la naturaleza—, el radiactivo y extremadamente radiotóxico plutonio 239, cuya vida media es de 24.360 años, y que es también utilizable tanto en armas nucleares —de hecho, es el principal ingrediente de las actuales bombas atómicas— como en reactores rápidos especiales. Este radioisótopo del plutonio es también un subproducto de los reactores de las centrales y constituye uno de los principales problemas de los desechos radiactivos. Si te parece, más adelante podemos hablar también de este tema central.

De acuerdo, más adelante volvemos a retomarlo.

En todo caso, el uranio 238 es un emisor radiactivo de partículas alfa, partículas, recuérdese, altamente energéticas, y constituye la cabeza de serie de un conjunto de transmutaciones en otros elementos radiactivos (torio, radio, radón, polonio) que finalizan en el plomo estable. La utilización de este tipo de uranio en los obuses anticarro y contra blindajes implica que, por sus propiedades químicas y pirofóricas, en el momento del impacto sea altamente perforante dada su elevada energía cinética, y se transforme en un aerosol, es decir, se pulveriza en partículas enormemente pequeñas que en contacto con el oxígeno del aire estallan y rompen en llamas.

¿Cuál es el principal peligro de estas partículas?

Estas partículas de uranio, de tamaño micrométrico y en diferentes estados de oxidación —UO₂ y U₃O₈, principalmente— se dispersan por el medio, se depositan en tierra y pueden transportarse con el viento y la lluvia a grandes distancias, lo que aumenta la posibilidad de ser inhaladas por las numerosas personas que pueden habitar en estas amplias zonas. Tienen, además, la característica de que permanecen en el ambiente durante millares de años emitiendo radiactividad y transformándose, por desintegración, en otros elementos de mayor intensidad radiactiva.

¿Cuál es entonces la toxicidad del uranio 238 y cuáles son sus principales efectos sobre la salud humana?

Cualquier que sea el isótopo del uranio, no sólo el 238, emite partículas alfa al desintegrarse, las cuales, como decíamos, son de muy alta energía: 4,27 MeV en el caso del 238. La radiación alfa, dada su masa, es muy poco penetrante y puede ser fácilmente bloqueada; por ello, el peligro de irradiación externa es relativamente bajo para quienes están cerca del metal o incluso en contacto con los proyectiles u otros materiales de uranio. Con protecciones sencillas basta. En cambio, el uranio presenta ante todo un riesgo de *irradiación interna* y toxicidad química cuando la exposición se efectúa por inhalación e ingestión, especialmente cuando se encuentra, como explicábamos antes, en forma finamente pulverizada, como en los aerosoles producidos por la colisión de un proyectil con un blindado o cualquier otra superficie resistente. El aerosol de uranio, cuando es inhalado, la vía de exposición más importante, o cuando es ingerido por seres humanos, se acumula en el organismo. Entra por el pulmón o, en el caso de formas solubles, por vía digestiva, y pasa al torrente sanguíneo para acabar depositándose en cantidades apreciables en los ganglios linfáticos y en los huesos, de forma similar al calcio, permaneciendo allí, en este último caso, prácticamente toda la vida.

Pero este uranio incorporado al organismo seguramente podrá ser eliminado con rapidez.

Una parte importante es eliminada por la orina en los días siguientes a la exposición, pero la fracción que permanece en el hueso efectuará una irradiación interna que tiene importancia a nivel celular. Aunque la dosis de radiación puede no ser importante cuando se considera el organismo entero, la energía liberada en las células donde se ha depositado el metal radiactivo es considerable. Dada la poca penetrabilidad de la radiación α , y al contrario de lo que ocurre con las emisiones γ y β , toda la energía de la partícula radiactiva -los 4,27 MeV que antes mencionaba- se liberará en el trayecto de unas pocas micras, lo que equivale a decir que esta energía será recibida por el interior de la célula donde ha ocurrido la desintegración de un átomo de uranio 238. Esta transferencia localizada de energía desestabiliza el funcionalismo celular, llevando a consecuencias patológicas e incluso letales.

Por otra parte, aquí no finaliza la exposición radiactiva.

Claro, claro, es necesario recordar que con la desintegración del uranio 238 no finaliza la exposición radiactiva y tóxica, pues éste inicia entonces la transmutación en la serie de radioelementos de la que hablábamos antes.

Además, en el caso de formas insolubles, las partículas inhaladas se acumulan prolongadamente en los ganglios linfáticos y

de allí el uranio 238 puede pasar lentamente a la sangre, al igual que los fragmentos de metralla de este metal en el organismo que también van liberando, a lo largo de los años, el isótopo a la sangre.

¿Puede afectar también a otros órganos humanos?

Aparte de su duradera acumulación en el tejido óseo, el uranio muestra igualmente afinidad por el riñón, los ganglios linfáticos y el hígado. Se encuentra presente también en el semen donde posiblemente se deposita, al igual que en otros tejidos, en forma de ión uranilo sustituyendo al calcio.

Experimentalmente se ha mostrado que la inhalación de uranio produce en animales de laboratorio la aparición de tumores óseos, leucemia aguda y mieloide crónica y neoplasias renales. El depósito de uranio en huesos es el que puede determinar tanto la irradiación de la médula ósea, lugar donde se forman las células sanguíneas, con posible inducción de leucemia, como la del tejido óseo, desarrollando osteosarcomas.

Y en cuanto a su toxicidad química.

Independientemente de sus efectos radiactivos, el uranio posee también una importante toxicidad química como la mayoría de metales pesados. Esta toxicidad se manifiesta predominantemente en el riñón, especialmente en el túbulo proximal renal, y, con menor intensidad, en el hígado.

Deberíamos puntualizar, por otra parte, que todavía existen múltiples aspectos de la toxicidad del uranio mal definidos o desconocidos. Respecto a los efectos del uranio empobrecido sobre los humanos las investigaciones efectuadas hasta el momento son todavía preliminares e inconcluyentes. Como puedes imaginarte, existe una gran presión informativa desde instancias militares y políticas interesadas que suelen negar, por ejemplo, cualquier efecto negativo para la salud humana del uranio usado y diseminado en las recientes guerras.

¿Y a ti qué te parece esta última consideración?

Dicho sucintamente creo que puede afirmarse que, además del conocimiento experimental en animales de laboratorio, diversos estudios epidemiológicos publicados en los últimos años postulan la manifestación de determinadas patologías en los veteranos militares y civiles de las guerras del Golfo y de los Balcanes, en especial la aparición de tasas de leucemia superiores a las observadas en la población no expuesta a este agente. Esta consideración coincidiría con los estudios experimentales.

Hablábamos antes del “enriquecimiento” del uranio. ¿Cómo se consigue este enriquecimiento? Es decir, para hablar con más precisión, ¿cómo se consigue este incremento en la proporción de uranio 235?

Del siguiente modo: la masa de uranio natural extraída del mineral se transforma en un gas, el hexafluoruro de uranio, que se centrifuga, se ultracentrifuga, y en la centrifugación, como en cualquier otro proceso de este tipo, las partículas más pesadas van a parar a la parte del fondo del tubo, al lugar más distante del eje, y las partículas menos pesadas quedan en el interior. A esta técnica se le llama *separación isotópica* y se utiliza en muchos otros procesos, en los laboratorios biológicos, por ejemplo.

La ultracentrifugación, en este caso del uranio, es una tecnología complicada desde el punto de vista del material que se necesita: contenedores, rotores, etc., es asunto de pura tecnología. Quien dispone de este proceso tecnológico puede “enriquecer”, es decir, puede incrementar, como decíamos, la proporción de uranio 235. Tanto en los reactores militares como en los civiles se tiene que incrementar la proporción de uranio 235. En un reactor civil viene a ser entre un 3% y un 7%; para obtener uranio que pueda ser usado militarmente se necesita incrementar la proporción de uranio 235 hasta un 70%, hasta un 80 % o más. Ésta fue, por ejemplo, la proporción de uranio 235 de *Little boy*, la bomba lanzada sobre Hiroshima.

Pero esto no quiere decir, como ya antes señalábamos, que un uranio sea “rico” y otro sea “pobre”, que es el error conceptual que parece difundirse. Un uranio, el 235, es rico y el otro, el 238, es pobre, y por tanto ya no sirve para nada. ¡Claro que sirve! Del uranio 238 se obtiene nada menos que el plutonio. Lo que ocurre en todo este proceso de obtención de uranio para las centrales, o en el proceso de incremento de la proporción de uranio 235 para las armas atómicas, es que se está generando grandes cantidades de uranio 238 que no tiene utilización inmediata, pero que en absoluto se puede decir que sean inútiles.

Decías que del uranio-238 se podía obtener plutonio...

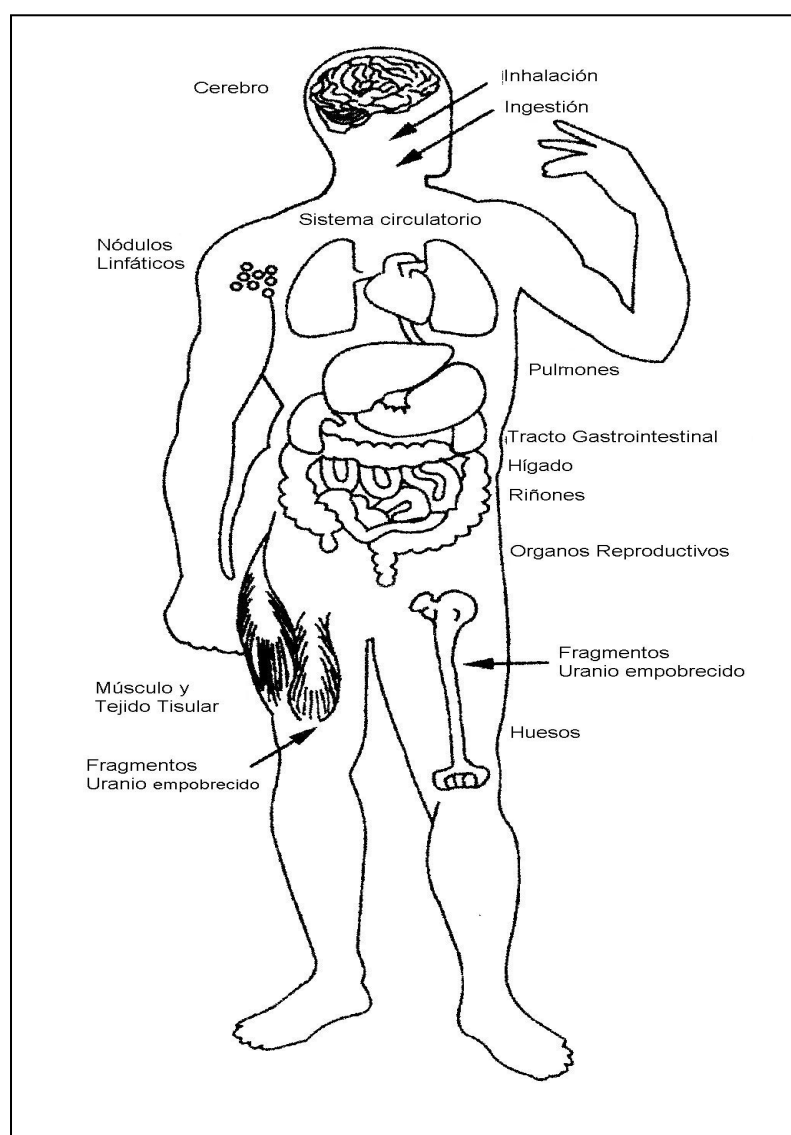
Así es, el uranio 238 puede servir para hacer plutonio. El plutonio 239 es un isótopo fisible cuya masa crítica para iniciar una explosión atómica es de 510 gramos. Posee un período de semidesintegración de 24.400 años y su radiación de desintegración alfa es muy energética, alrededor de 5,1 MeV o 5.100.000 electronvols, al mismo tiempo que la desintegración gamma es muy débil, de 134 a 51 KeV, hablamos ahora de millares de electronvolts [1].

En el proceso de “enriquecimiento” en uranio 235 se producen grandes cantidades, millares de toneladas de uranio 238. Pues bien, hace ya muchos años, a los militares norteamericanos se les ocurrió fabricar obuses antitanque y otros tipos de bombas de gran penetrabilidad recubiertas de este uranio sobrante. El uranio, lo recuerdo brevemente, es un metal altamente pesado, el más pesado que existe en la Naturaleza, y el plutonio, en cambio, no existe de forma natural. Estos obuses recubiertos de uranio, al impactar con una coraza de tanque o con cualquier otro objetivo, al tener una gran

penetrabilidad, y dado que la fricción en contacto con el aire es altamente inflamable, se convierten en aerosoles. El aerosol de uranio 238 se disemina por la naturaleza y puede llegar a centenares de kilómetros de distancia del lugar de la explosión. Ocurrió en la primera Guerra del Golfo, en la segunda Guerra, en los Balcanes, en todos estos lugares se han contaminado civiles y militares con partículas microscópicas de uranio que llegan al pulmón y pueden originar toda una serie de problemas, fundamentalmente carcinogénesis y enfermedades derivadas.

*

Estos son los mecanismos de entrada del publicitariamente denominado uranio “empobrecido” en el organismo humano.



Nuestra fuente es: Jiang and Aschener Biol. Trace Elem Res 2005.

Nota2:

[*] Anexo 2 y partes del capítulo I de ERF y SLA, *Casi todo lo que usted desea saber sobre la energía nuclear y sus efectos en la salud y en el medio ambiente*, El Viejo Topo, Barcelona, 2008.

[1] El electronvoltio (eV) es una unidad de energía equivalente a la energía cinética que adquiere un electrón al ser acelerado por una diferencia de potencial en el vacío de 1 voltio. El electronvoltio es adecuado para trabajar con energías de ionización o de excitación de átomos o para energías de cohesión de moléculas. La energía de ionización, por ejemplo, adquiere valores máximos de decenas de eV. La energía térmica de partículas (electrones, neutrones) a la temperatura ambiente es de 23 meV (millelectronvoltios: 0,001 eV). La energía de los rayos X (y de los electrones que los producen) utilizados para hacer una radiografía es de 50 keV, es decir, de 50.000 eV. En física de altas energías, el electronvoltio resulta una unidad muy pequeña por lo que son de uso frecuente múltiplos como el megaelectronvoltio MeV (1 millón de eV) o el gigaelectronvoltio GeV (1.000 millones de eV), llegando en la actualidad, y con los más potentes aceleradores de partículas, al teraelectronvoltio TeV (1 billón de eV).

[RETORNO ÍNDICE](#)

NI LIMPIA NI SEGURA NI BARATA... NI TAMPOCO PACÍFICA

No es limpia y tampoco es segura ni barata, y, aunque a veces se olvide, el lado oscuro militar rodea y envuelve la industria nuclear. Veamos algunos nudos de este escenario nada marginal [1].

No hacemos referencia en esta conversación a las últimas intervenciones otánicas.

SLA: Hay un tema de “rabiosa actualidad” sobre el que tú te has manifestado en reiteradas ocasiones en calidad de miembro de Científicos por el Medio Ambiente (CiMA) y del Centre d’Anàlisi i Programes Sanitaris (CAPS). ¿Qué papel ha jugado el uranio en las armas usadas en las guerras de estos últimos quince años?

ERF: Desde 1991 estamos asistiendo al desarrollo, por parte de EE.UU. y de sus adláteres de la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN), de una serie de guerras que ellos mismos denominan, con indiscutido cinismo, “intervenciones humanitarias y altruistas”, caracterizadas por su rapidez y el uso masivo de tecnología (bombardeos aéreos, blindados, misiles, electrónica) con una alta potencia destructiva. En todas estas guerras, en la de Irak de 1991, en las de los Balcanes, en el ataque masivo a Afganistán, de nuevo en Irak en 2003, siguiendo planteamientos estratégicos de los teóricos militares del Pentágono, se ha pretendido que estas intervenciones eran altamente selectivas, centradas en objetivos militares, si bien, como ellos dicen, con algunos efectos colaterales inevitables; es decir, hablando claramente, con víctimas civiles e infraestructuras públicas devastadas. La enorme potencia destructora y la relativa selectividad -insisto: muy relativa- se obtienen gracias al desarrollo de nuevas o perfeccionadas armas, diseñadas y producidas por la poderosa industria armamentística de los EE.UU, innegablemente, la más innovadora de aquel país, cuyos beneficios por otra parte no han dejado de crecer en estos últimos años. El vicepresidente norteamericano [de la anterior administración usamericana, Dick Cheney] está muy informado de este asunto hasta el punto de que, curiosamente, sus inversiones personales están muy “focalizadas”, como se dice ahora, en estos ámbitos.

Y aquí está el uso de uranio en nuevos armamentos

Exacto. Mención especial merece, como ya hemos comentado, el uso de uranio “empobrecido” con fines armamentísticos, como munición para perforar blindajes dada su elevada densidad, casi el doble que la del plomo -un metro cúbico de uranio pesa 19.050 Kg-, y otras propiedades físicas. El uranio 238 es un emisor radiactivo de partículas alfa altamente energéticas que, tras padecer un conjunto de transmutaciones, deriva en otros elementos radiactivos como el

torio, el radio, el radón o el polonio, y acaba produciendo plomo estable. Sus propiedades químicas y pirofóricas, dada su alta energía cinética, provocan que tras la utilización de este tipo de uranio en los obuses anticarro y contra blindajes o en proyectiles de aviación, se pulverice en finas partículas de un tamaño micrométrico y en diferentes estados de oxidación, UO_2 y U_3O_8 principalmente. Estas partículas se dispersan por el medio, se depositan en el suelo y pueden transportarse con el viento, la lluvia u otros fenómenos a grandes distancias, lo que aumenta la posibilidad de ser inhaladas por las personas, permaneciendo en el ambiente durante millares de años emitiendo radiactividad y transformándose, por desintegración, en otros elementos de mayor intensidad radiactiva.

Pero, ¿por qué se pensó en el uranio “empobrecido”?

Porque tiene varias aplicaciones de importancia en la industria militar. Por una parte, se utiliza como componente de los contrapesos de aeronaves, para reforzar la estructura de vehículos militares como los tanques, y también como blindaje contra las radiaciones en los aparatos de radioterapia y en los contenedores de transporte de material radiactivo. Por otro lado, posee unas características que lo hacen muy atractivo. En primer lugar, es extremadamente denso y pesado, 1 cm^3 pesa casi 19 gramos, de tal manera que los proyectiles con cabeza de uranio empobrecido pueden perforar el acero blindado de vehículos militares y edificios, y en segundo lugar, porque es un material pirofórico espontáneo, es decir, se inflama al alcanzar su objetivo, generando tanto calor que provoca su explosión.

La industria militar norteamericana emplea desde 1977 uranio empobrecido para revestir la munición de su artillería, y la de sus tanques y aviones, para proteger sus tanques, como contrapeso en aviones y en los misiles Tomahawk, y como componente de aparatos de navegación. Recordemos que, después de más de 50 años de energía nuclear y de producción de armas atómicas, EEUU tiene almacenadas, según datos oficiales de 2000, unas 700.000 toneladas de uranio empobrecido en forma de hexafluoruro. Insisto: ¡casi tres cuartos de millón de toneladas de uranio!, y cada año esta masa acumulada aumenta en unas 30.000 toneladas.

Y, claro está, estos desechos radiactivos deben almacenarse.

Como ya hemos comentado, el uranio empobrecido es también radiactivo y tiene una vida media de 4.500 millones de años. Por ello, estos desechos deben de ser almacenados de forma segura —no tan solo por su radiactividad, sino por sus obvios usos— durante un período de tiempo indefinido, un procedimiento extremadamente caro. Para ahorrar dinero y vaciar sus depósitos, el Departamento de Defensa y de Energía de EE.UU. cede gratis el uranio empobrecido a numerosas empresas de armamento nacionales y extranjeras.

Además de EEUU, otros países como el Reino Unido, Francia, Canadá, Rusia, Grecia, Turquía, Israel, las monarquías del Golfo, Taiwan, Corea del Sur, Pakistán o Japón compran o fabrican armas con uranio empobrecido. Todos ellos, como ves, son países más o menos amigos y algunos con sus propios almacenes de tan pesado metal.

Armamento, éste del que hablamos, que en ocasiones usan países amigos de Estados Unidos como Israel. Estoy pensando en la guerra contra el Líbano de julio-agosto de 2006.

Efectivamente, basta recordar algunos datos de la situación y pensar un instante sobre ellos: el número de personas afectadas por la invasión militar del Líbano en el verano de 2006 ha sido superior al millón; los principales suministradores de armas a Israel son Estados Unidos e Inglaterra; la empresa que más beneficios obtuvo por la invasión y ataque de Israel fue la Lockheed Martin, que es el mayor contratista de Defensa de Estados Unidos. Sus acciones se revalorizaron en julio de 2006 un 8,4%, y a lo largo del primer semestre de 2006 un 23%, sus beneficios se incrementaron en el segundo semestre de 2005 un 26%, unos 580 millones de dólares. No olvidemos que los principales “productos” de la Lockheed son los misiles tierra-aire Patriot y los aviones de caza F-16. En otras empresas armamentísticas, como la Raytheon y la Northrop Grumma las subidas en bolsa en julio de 2006, durante la invasión, transitaron por el mismo sendero: 3,7% y 4% respectivamente. ¿Me permites un desahogo Salvador?

Te lo permito.

Es inadmisibile, totalmente inadmisibile, lo que sucedió en el Líbano.

Existe un documental de la RAI (Radiotelevisione Italiana) sobre una bomba israelí utilizada en el Líbano, en Jiam, titulado “Anatomía de una bomba”. Los autores son Flaviano Masella, Angelo Saso, Maurizio Torrealta. Juan Vivanco tradujo la información para www.rebellion.org.

Sí, lo recuerdo. Pero antes situemos al malhadado Jiam. En esta localidad del sur de Líbano estuvo ubicada una infame cárcel israelita -centro de tortura, esa fue la definición de Amnesty International- durante los 22 años de ocupación del “área de seguridad”, al sur del río Litani, que finalizaron en el año 2000. En la guerra de 2006 la aviación de Israel bombardeó el 20 de julio su antigua prisión y la arrasó. Los bombardeos de la población continuaron y cinco días después el puesto de observación de FINUL (Fuerza Interina de Naciones Unidas en Líbano) en Jiam fue alcanzado por un misil de precisión matando a cuatro observadores hindúes. Y en junio de 2007, el día 24, muy cerca de Jiam ocurre la explosión que mata a seis cascos azules del ejército español en misión de la FINUL. La

investigación de la RAI arrancaba de las mediciones de radiactividad que se habían hecho en un cráter formado por una bomba israelí durante el bombardeo de Jiam. Dos profesores de física libaneses, Mohammad Ali Kubaissi e Ibrahim Rashidi, hicieron las mediciones.

¿Qué resultados obtuvieron?

Los datos obtenidos, de 700 nanosievert por hora (nSv/h), mostraban una radiactividad bastante más alta que la media de la zona de Beirut, que era 35 nSv/h, una vigésima parte. El 17 de septiembre Ali Kubaissi llevó a este lugar al investigador inglés Dai Williams, de la organización Green Audit, para tomar unas muestras que después enviaron al consejero técnico del comité de supervisión del uranio empobrecido, dependiente del Ministerio de Defensa del gobierno británico.

¿Dependiente del Ministerio de Defensa británico!

Sí, sí, efectivamente, del ministerio de Defensa, o de Guerra, como prefieras.

Las muestras se analizaron en el laboratorio nuclear de Harwell, uno de los centros de investigación más prestigiosos del mundo. El 17 de octubre, Harwell comunicó los resultados de los análisis: dos de las diez muestras contenían radiactividad. Igualmente, según el Secretario Científico del Comité Europeo sobre Riesgo de las Radiaciones, el doctor británico Chris Busby, los estudios llevados a cabo en el suelo de los cráteres en donde impactaron los misiles mostraron "elevados signos de radiación".

El 2 de noviembre otro laboratorio británico, la Escuela de Ciencias Oceanográficas, confirmó el resultado de Harwell: en el cráter de Jiam hay uranio ligeramente...¿enriquecido? También Rainews24 ha llevado una muestra tomada por Dai Williams a la facultad de Ciencias de la Universidad de Ferrara, y los análisis, aún incompletos, han revelado hasta el momento una estructura anómala. La superficie de la muestra está formada por silicatos de aluminio y hierro, elementos normales en un fragmento de suelo, pero en su interior hay unas burbujas minúsculas con una concentración alta de hierro. Los análisis posteriores -no están finalizados en el momento en que estamos hablando- determinarán el origen de estas estructuras. Lo que parece indudable por ahora es que no son fruto de un proceso estrictamente natural.

¿De qué armas se trata?, ¿qué armas pueden dejar rastro de radiaciones y producir efectos tan letales?

Dai Williams tiene la conjetura firme de que se trata de una nueva clase de arma que utiliza otros procesos físicos que se han mantenido en secreto durante al menos 20 años. Emilio del Giudice, del Instituto Nacional de Física Nuclear de Milán, también ha llegado a la misma conclusión.

El ejército israelí ha negado el uso de armas de uranio en Líbano.

Pero ¿cómo defenderse de los posibles daños causados por el uranio? ¿Qué precauciones tomarán los militares en la zona y qué tipo de análisis se han hecho para evitar estos riesgos? El documental de la RAI también aborda estos interrogantes.

¿Es el único caso dónde se ha documentado la posible existencia de nuevas armas?

No. Una investigación realizada por este canal de la televisión italiana denunció también la posibilidad de que Israel haya experimentado una nueva arma en Gaza durante el primer semestre de 2007, causando serias heridas físicas, como miembros amputados y severas quemaduras. El arma es similar a una desarrollada por Estados Unidos, conocida como DIME (Dense Inert Metal Explosive: Explosivo de metal denso inerte), que causa una poderosa ráfaga letal, aunque dentro de un radio relativamente pequeño. Al parecer se trata de una bomba cuya envoltura es de fibra de carbono y el contenido polvo de tungsteno y explosivos.

¿En qué se basa el informe italiano?

Está basado principalmente en testigos médicos de Gaza y en investigaciones llevadas a cabo en laboratorios italianos. El grupo de investigadores es el mismo que reveló, algunos meses atrás, el empleo por parte de EE.UU. de bombas de fósforo —aparte de la panoplia habitual que incluye proyectiles de uranio— en Iraq contra los rebeldes en el sitio y destrucción de la ciudad de Faluja, en abril de 2004. Además, hay declaraciones de militares implicados.

¿Cómo cuáles?

El piloto de la Fuerza Aérea Israelí Ytzhak Ben-Israel, que trabaja en el desarrollo de armas del Ejército, dijo a la prensa italiana que "una de las ideas en desarrollo de esta arma es poder dañar a los objetivos sin causar daño a inocentes".

Recuerda lo que se decía de las bombas de neutrones en los años ochenta.

Efectivamente. La investigación, realizada por RAI 24 News, concuerda con los reportes de los médicos de Gaza sobre heridas inexplicables. Los médicos explicaron numerosos casos de heridos que perdieron sus piernas, cuerpos completamente quemados y heridas por impacto de las municiones. Algunos de ellos dijeron también que removieron en las heridas partículas de municiones que no podían ser vistas en máquinas de rayos X.

Según testigos, el uso de esta arma se incrementó en julio de 2006. El doctor Habas al-Wahid, jefe de emergencias del hospital de Shuhada al-Aqsa, en Deir el Balah, declaró que las piernas de los heridos fueron cortadas de sus cuerpos, que "había señales de quemaduras cerca de los puntos de amputación, pero no se veían

signos de que la amputación fuese causada por fragmentos metálicos". El Dr. Juma Saka, del hospital de Shifa, en Gaza, dijo que los médicos encontraron pequeñas entradas de heridas en los cuerpos de los heridos y los muertos. Según Saka, había un polvo extraño, como municiones microscópicas, en los cuerpos de las víctimas y en sus órganos internos.

La prensa italiana envió muestras de partículas encontradas en los cuerpos de los heridos en Gaza a un laboratorio de la Universidad de Parma. La doctora Carmela Vaccaio ha señalado que analizando las muestras encontró una alta concentración de carbón y de materiales inusuales como cobre, aluminio y tungsteno, y añadió que esos hallazgos pueden apoyar la hipótesis de que el arma en cuestión es el DIME. A propósito de lo dicho, ¿te das cuenta Salvador, de que la respuesta estándar a ello es que se trata de una posición antisemita? Como si los árabes, los amáricos, los tigrina, los arameos, los afares y tantos otros no fuesen tan semitas como los hebreos. Al fin y al cabo este concepto —el de semita— es una categoría lingüística, no étnica, en contra de lo que pretende el “correcto” uso mediático y político actual.

Sí, me doy cuenta. Hablabas antes del uso de estas nuevas armas en las guerras de los noventa.

Decía, seguramente lo recordarás, que tras el uso de este armamento en aquellas intervenciones bélicas comenzaron a describirse un conjunto de afecciones entre los militares que habían participado que se denominaron “síndrome de la Guerra del Golfo (Pérsico)” por la guerra de Iraq de 1991, y “síndrome de los Balcanes” por las guerras de Croacia, Bosnia, Serbia y Kosovo entre 1991 y 1999. Concretamente, síntomas similares al de la Guerra del Golfo se han descrito entre un millar de niños residentes en áreas de la antigua Yugoslavia donde, en 1996, la aviación norteamericana recurrió también a bombas con uranio empobrecido, al igual que durante la intervención de la OTAN contra la federación yugoslava de 1999.

Estos síndromes manifiestan aspectos no observados anteriormente y han sido muy controvertidos. Las autoridades militares y la mayoría de los dirigentes políticos, como era previsible, han negado realidad a todo ello; por el contrario, las asociaciones de afectados y sus familiares han afirmado su existencia y sus peligrosos efectos. Diversos grupos de científicos siguen considerando este tema, no creen que sean una simple invención de los afectados para conseguir ayudas públicas, aceptan una razonable duda sobre los hechos que se describen y debaten las características de estas entidades clínicas.

¿Se conocen datos concretos del uso de estos armamentos en alguna de las guerras que citabas?

En sus 110.000 ataques aéreos contra Iraq durante la primera guerra del Golfo los aviones A-10 Warthog de EEUU lanzaron 940.000 proyectiles con uranio empobrecido, mientras que en la ofensiva terrestre sus tanques M60, M1 y M1A1 dispararon otros 4.000 proyectiles también revestidos de uranio. Se estima que en las zonas bombardeadas —unos 20.000 km², mayoritariamente en el sur del país— hay 300 toneladas métricas de desechos radiactivos, principalmente uranio empobrecido, que podrían haber afectado ya a 250.000 iraquíes. Aproximadamente, pues, unas 340 toneladas en municiones y, posteriormente, en los Balcanes, un total de 11 toneladas. Obviamente, la magnitud de lo que está sucediendo en la actual guerra contra Iraq, con un uso masivo de estas armas desde 2003, supera con creces todo lo anterior. Aunque no cuantificable hoy por hoy —se estima que durante la invasión en 2003 se utilizaron unas 2.000 toneladas de proyectiles con uranio empobrecido—, algún día el inventario que se haga y sus consecuencias añadirán aún más daño y enfermedad a las actuales infamias de la guerra.

La prudente duda de los investigadores sobre estos síndromes de la que hablabas, ¿se ha reflejado en investigaciones y en publicaciones?

Desde luego. Por ejemplo, en más de 600 publicaciones internacionales relativas al síndrome del Golfo referenciadas hasta mayo de 2007 en la base de datos Medline, en la Biblioteca Nacional de Medicina del gobierno de Estados Unidos, y en el centenar, aproximadamente, de estudios sobre los conflictos de los Balcanes.

En el conjunto de estas publicaciones puede encontrarse una amplia variedad de análisis, estando todavía por efectuar una decantación metodológicamente adecuada de los datos existentes que permita establecer conclusiones definitivas. No obstante, estudios experimentales publicados recientemente son concluyentes sobre los efectos nocivos del uranio empobrecido y coherentes con las observaciones en las personas expuestas. Ejemplo de ello es el amplio trabajo de revisión, publicado en 2006, de los profesores George Jiang y Michael Aschner, de las universidades de Wake Forest (Carolina del N) y de Vanderbilt (Tennessee), respectivamente, centrado especialmente en los efectos del tal uranio sobre el sistema nervioso. Cabe también mencionar la nota publicada en el BMJ (British Medical Journal), en 2006, sobre la eliminación por la OMS en un informe al respecto de evidencias relativas a los efectos del uranio empobrecido sobre la salud.

¿Tú crees que se puede y se debe establecer alguna relación entre ambos síndromes?

Sinceramente, creo que sí. El denominado síndrome del Golfo puede y debe relacionarse con el síndrome de los Balcanes. En ambos casos se trata de un trastorno complejo, progresivo,

multiorgánico e incapacitante. Las manifestaciones clínicas descritas comprenden, entre otros síntomas y signos, fatiga crónica, disfunciones neurológicas, dolor muscular y articular, alteraciones inmunológicas, cefaleas, ansiedad, anomalías ginecológicas, embarazos disfuncionales y malformaciones congénitas, problemas respiratorios, nefropatía, leucemia y otros tipos de cánceres, etc.

¿Qué causas se postulan?

Las causas postuladas para los síndromes de estas nuevas “post-guerras” son múltiples: agentes de combate químico, plaguicidas, polivacunas y demás productos protectores, agentes antigases nerviosos entre otros, materiales radiactivos, combinación de diversas exposiciones a tales agentes. Entre ellos destaca por su notoriedad el uranio empobrecido, que presenta riesgos radiológicos y de toxicidad química. El problema radica en el ingente uso, a partir de 1991, de proyectiles contra blindajes -anticarro, antibúnker, demolidores- provistos de penetradores de uranio empobrecido. Se usan estos proyectiles porque el uranio, como metal ultrapesado y pirofórico como decía, tiene mayor capacidad de perforar los blindajes de los tanques u otras protecciones que el tungsteno, que era utilizado anteriormente para estos fines.

Sin embargo, además del conocimiento experimental, diversos estudios epidemiológicos publicados en los últimos años postulan la manifestación de determinadas patologías en los veteranos militares y civiles de las guerras del Golfo y los Balcanes, en especial la aparición de tasas de leucemia superiores a las observadas en la población no expuesta a este agente. Ello sería consistente con los estudios experimentales.

De todos modos, para poder efectuar comparaciones más rigurosas, sería necesario conocer más datos, como sus actividades laborales o sus condiciones de trabajo, sobre estos veteranos de guerra de Irak y de los Balcanes donde se usó armamento con uranio 238, evaluar cuantitativamente la exposición interna a este metal, el tiempo que esas personas permanecieron allí y la cifra de tumores que sería razonable esperar en estos grupos de población si no hubieran estado en la zona, que, seguramente, sería de 3 a 4 casos por 100.000 según el tipo de leucemia considerado.

Además del incremento de leucemias, ¿qué otros efectos han sido descritos?

Entre el personal sueco, un total de 8.750 varones y 438 mujeres, implicado en las misiones de las Naciones Unidas en los Balcanes desde aproximadamente 1989 hasta 1999, se detecta un ligero incremento de cánceres totales sobre la tasa esperada, y en un grupo de militares varones aparecen 8 casos de cáncer testicular frente a los 4,6 esperados. Como en la mayoría de los estudios tampoco en éste se efectuó una estimación de la exposición real al uranio 238.

Igualmente, en un grupo de veteranos británicos de ambas guerras, expuestos todos ellos también al uranio “empobrecido”, se ha observado un incremento estadísticamente significativo de aberraciones cromosómicas del tipo inducido por las radiaciones ionizantes alfa.

Pero, significativamente, la inocuidad de este tipo de uranio seguía siendo anunciada a bombo y platillo.

Efectivamente. Curiosamente, o no tan curiosamente, en contraste con el cada vez mayor número de estudios de este tipo, la inocuidad de este tipo de uranio sigue siendo afirmada enfáticamente por diversas instituciones y medios. Si fuera así, si la utilización bélica del uranio empobrecido no causara ningún efecto sobre las personas expuestas —militares, miembros de ONGs, población local—, ¿puede alguien explicar entonces por qué las fuerzas armadas de los EEUU investigan cómo proteger a las células humanas de los efectos cancerígenos inducidos por dicho uranio? Esto es lo que se describe, entre otros muchos ejemplos que podrían citarse, en los trabajos publicados por el muy oficialista “Armed Forces Radiobiology Research Institute” de Bethesda, en Maryland.

No obstante, admito que sobre este tema quedan aún muchas cuestiones por resolver, particularmente a causa de la falta de estimaciones exactas del uranio empobrecido absorbido y a la falta de medidas de muestras de orina justo después de la exposición. Algunos estudios no disponen además de una muestra de análisis suficientemente amplia. A pesar de estas limitaciones, el uranio es un elemento potencialmente tóxico desde el punto de vista químico y radiológico que afecta fundamentalmente a los riñones, huesos, pulmones y ganglios linfáticos traqueobronquiales.

Y estaría, por otra parte, la población que sigue permaneciendo, que vive en las zonas donde se han producido todos esos conflictos.

Desde luego. Como criterio decisivo, desde el punto de vista de la salud pública, conviene tener en cuenta que la población que habita en las áreas contaminadas —numéricamente el colectivo más importante— es la que corre mayor riesgo al estar continuamente en contacto con el uranio. Por tanto, son estas personas, más que los soldados, más que los militares, más que los veteranos de los que hablamos, y de los que como mínimo se habla de vez en cuando, las que van a tener más problemas de salud. De ellas, admitámoslo, se habla muy poco o no se habla nunca. No tienen voz alguna ni acaso palabras propias para explicar lo que les ha sucedido. Son víctimas de un tablero cuyos movimientos se realizan desde instancias muy alejadas y sin tenerles en cuenta para nada. Insisto: para nada.

¿Podrías poner algún ejemplo concreto de riesgo para la población que habita en las zonas donde se han producido

estos conflictos armados?

El siguiente, por ejemplo. En un reciente estudio se describe la aparición de manifestaciones similares al síndrome del Golfo y de los Balcanes en la población de varias áreas de Afganistán tras la denominada “Operación Anaconda”, aquellos bombardeos masivos de la aviación de los EEUU en 2002, usando bombas perforantes para destruir cuevas profundas donde se suponía residía Osama Bin Laden. Entre los sujetos procedentes de la región de Tora Tora, Jalalabad y otras zonas bombardeadas, los niveles de uranio 238 en orina llegaban a ser hasta 200 veces superiores a los de personas-control que participaron en la investigación. ¡200 veces!

De forma similar, los niveles de uranio 238 en el suelo y el agua de estas áreas eran -y seguramente son- muy superiores a los máximos admisibles establecidos por los organismos internacionales.

¿Se conoce la cantidad de uranio empobrecido que permanece diseminado en estos territorios?

Las cantidades exactas de uranio empobrecido diseminado durante las recientes guerras es, ciertamente, desconocida, si bien ha ido *in crescendo* desde la primera intervención en Irak. Una aproximación la proporciona la propia OTAN, que reconoce haber empleado durante los bombardeos aéreos de 1999 en Kosovo 31.000 proyectiles contra blindados, conteniendo cada uno 300 gramos de uranio empobrecido. Estas cifras no incluyen los bombardeos sobre Serbia ni las acciones terrestres. El armamento, conteniendo este tipo de uranio, utilizado en la guerra contra Afganistán de 2001-2002 y en la ocupación de Irak de 2003 fue considerablemente mayor.

En conclusión, y esto hay que destacarlo claramente, hoy por hoy se tienen muy pocos datos del estado sanitario de estas poblaciones, que son, al fin y al cabo, las principales víctimas de las nuevas guerras, las nuevas armas y los nuevos síndromes.

Por otra parte, aparte de los enfrentamientos directamente bélicos, estarían las pruebas con armamento atómico

Efectivamente. De 1945 a 1980 las cinco naciones atómicas reconocidas -repito: Estados Unidos, la Unión Soviética, Reino Unido, Francia y China- llevaron a cabo en el mundo pruebas de armamento atómico en la atmósfera con fines militares en 16 áreas de experimentación ubicadas en nueve países diferentes de los cinco continentes. Mientras que una parte de la exposición fue directa -radiación inmediata de neutrones y rayos gamma-, la mayoría de individuos quedaron expuestos como resultado de la lluvia de residuos radiactivos en la atmósfera tras la realización de las pruebas nucleares, llegando incluso a dosis de exposición externa de 2 Gy y a nivel tiroideo de 2 a 50 Gy en las islas Marshall de los Estados Unidos.

Los radionúclidos dispersados en la explosión llegaron a la troposfera e incluso a la estratosfera, más de 10 kilómetros de altura,

donde se difundieron para caer nuevamente sobre la tierra y océanos. De entre los radionúclidos más estudiados se encuentran el estroncio 90 y el cesio 137. Los isótopos radiactivos se difundieron lentamente por el suelo y el subsuelo, siendo captados por las plantas y entrando consecuentemente en la cadena alimentaria, afectando finalmente a los seres humanos. Pero de esto ya hemos hablado antes.

Hasta aquí parte de nuestra conversación fechada en 2008. No es probable que los últimos acontecimientos político-militares falseen nudos centrales de las anteriores consideraciones.

Vale la pena recordar para finalizar fragmento de las declaraciones de 1981 a la BCC del investigador y profesor, años-luz alejado de cualquier veleidad o pasado izquierdista, el gran físico Richard Feynman. Arrojan luz sobre los territorios, cegados y alocados, que envuelven los alrededores de la empresa y apuesta nuclear: “[...] La razón original para poner en marcha el proyecto, que era que los alemanes constituirían un peligro, me involucró en un proceso que trataba de desarrollar este primer sistema en Princeton y luego en Los Álamos; que trataba de hacer que la bomba funcionase [...] Y una vez que uno ha decidido hacer un proyecto como éste, sigue trabajando para conseguir el éxito. Pero lo que yo hice -diría que de forma inmoral- fue olvidar la razón por la que dije que iba a hacerlo; y así, cuando la derrota de Alemania acabó con el motivo original, no se me pasó por la cabeza nada de esto, que este cambio significaba que tenía que reconsiderar si iba a continuar en ella. Simplemente no lo pensé [...] La única reacción que recuerdo -quizá yo estaba cegado por mi propia reacción- fue una euforia y una excitación muy grandes. Había fiestas y gente que bebía para celebrarlo. Era un contraste tremendamente interesante; lo que estaba pasando en Los Álamos y lo que al mismo tiempo pasaba en Hiroshima. Yo estaba envuelto en esta juerga, bebiendo también y tocando borracho un tambor sentado en el capó de un jeep; tocando el tambor con excitación mientras recorríamos Los Álamos al mismo tiempo que había gente muriendo y luchando en Hiroshima”.

Nota:

[1] Tomado del capítulo 13º de ERF y SLA, *Casi todo lo que usted desea saber sobre los efectos de la energía nuclear en la salud y en el medio ambiente*, El Viejo Topo, Barcelona, 2008.

[RETORNO ÍNDICE](#)

¿LOCURA ANTINUCLEAR DE LA SEÑORA MERKEL?

No hay que lanzar las campanas al vuelo; desde luego. No hay que confiar ciegamente; sin duda. Dicen diego pero pueden decir digo o incluso no dije o es un invento pero, sea como sea, la máxima representante de una coalición política muy pero que muy conservadora, que representa intereses de lo menos presentable, la canciller cristianodemócrata alemana Angela Merkel, pretende fijar una nueva fecha para el abandono de la energía nuclear en su país [1].

¿Abandono? He escrito bien: abandono, no simple moratoria o paralización provisional de algunas centrales. Merkel pretende acelerar el calendario para apagar las centrales en funcionamiento. Según un diario alemán, en una reunión celebrada la última semana del mes de abril con su ministro de Medio Ambiente, Norbert Roettgen (CDU), y el ministro de la Cancillería, Ronald Pofalla, la canciller presionó lo indecible en favor de establecer una fecha fija, "fija" es fija, para poner fin a la energía nuclear en Alemania.

El, por llamarle de algún modo, socioliberal Gerhard Schroeder, cuando presidió aquella coalición que llegó a llamarse en un alarde de neolengua política "coalición roji-verde", contemplaba el final de la energía nuclear en Alemania para 2022. Posteriormente el plazo fue alargado doce años más por el Gobierno, hasta el 2034. Pero rectificar es de sabios, de necesitados, de calculistas o de políticos que piensan con cabeza propia tras la hecatombe de Fukushima. Los planes de la canciller pasarían por acelerar los plazos anteriores y alcanzar al apagón nuclear alemán antes incluso de la fecha inicialmente fijada, es decir, antes de 2022.

Alemania aportaría unos 5.000 millones de euros en créditos para fomentar la producción e investigar en el ámbito de las energías renovables. ¿Alemania he escrito? Concreto: la línea de financiación se estructurará mediante un programa especial del Banco de Reconstrucción (KfW), un banco estatal, público si se quiere, como lo oyen, y entrará en funcionamiento muy rápidamente, sin más precisión en la fecha, según ha informado la misma jefa del Gobierno alemán. Po si hubiera alguna duda, en la inauguración oficial del parque eólico alemán Baltic 1 situado en el mar del norte, ha señalado: "El Estado está preparado para ayudar en la reforma del suministro eléctrico". ¿El Estado? El Estado. ¿Capitalismo de Estad? Tal vez. Pero no neoliberalismo programático en estado puro.

Puede ser simple publicidad electoral o cambio momentáneo de cara, pero Merkel ha animado a los estados federados del sur para que pueden "aumentar fácilmente" su cuota de energía eólica en su producción eléctrica, y ello sin afectar el valor paisajístico y turístico de la región. Los negocios son los negocios.

Ni que decir tiene que el capitalismo con renovables financiadas con generosos recursos públicos, extraídos además probablemente de partidas sociales, sigue siendo capitalismo que puede ser tan

salvaje y alocado en muchas aristas como el anterior pero lo anunciado tiene una fácil y curiosa lectura epistemológica y poliética: cuando una dirigente democristiana habla del abandono de la industria nuclear y del apoyo a las energías renovables casi nadie se rasga las vestiduras ni lanza gritos e insultos al aire ni habla de extremismos ni de destrucción de la civilización ni apología de la barbarie económica pero, en cambio, cuando el movimiento antinuclear, no tanto en Alemania pero sí en otros países, España no excluida, abona más críticamente y con otros horizontes sociales y económicos la misma senda, los epítetos suelen ser los siguientes: alocados, irresponsables, vuelta al neolítico, desinformados, anticientíficos, sembradores de pobre ciudadana y afirmaciones afines de la neolengua establecida. Será porque los horizontes de grandeza no son los mismos en uno y otro caso.

Nota:

[1] <http://www.europapress.es/economia/energia-00341/noticia-economia-energia-merkel-quiere-adelantar-fecha-caducidad-energia-nuclear-alemania-20110502125502.html>

[RETORNO ÍNDICE](#)

LA DEFENSA NUCLEAR DE SARKOZY Y LA TEORÍA DE LA ARGUMENTACIÓN

El presidente de derecha extrema de la República francesa Nicolas Sarkozy reafirmó el pasado martes 3 de mayo “su fe” en la energía y en la industria atómicas. No sólo eso. Aseguró que establecer una moratoria para el desarrollo de nuevos reactores nucleares era “una elección del pasado”, una vuelta a la Edad Media [1]. Ni más ni menos, casi como cuando los gobernantes hispánicos de los años ochenta, Narcís Serra entre ellos, afirmaban lo que sucedería a España si la ciudadanía no apoyaba la permanencia de España en la OTAN. Así de rigurosos, así de convincentes.

El presidente que ordenó y dirigió inicialmente el ataque militar contra Libia aseguró ser partidario de este tipo de energía (y de la industria que le da cobijo al igual que de la derivada militar asociada) a pesar de que no uno ni dos sino tres reactores de la central de Fukushima han igualado a Chernóbil en la escala de gravedad de los accidentes nucleares. La máxima puntuación, 7, el mismo número que asociamos a los pecados capitales.

Recogiendo sus propias palabras traducidas: “Como jefe de Estado, tengo confianza en la seguridad de los reactores”. Añadió: “No fui elegido para ponerla en tela de juicio, y no voy a cuestionarla”. Ambas afirmaciones las realizó ante los trabajadores de la central de Gravelines, en Dunquerque, una de las centrales más grandes del mundo: seis reactores, como la accidentada central de Fukushima.

Un presidente que habla de fe en una industria y en un tipo de energía; un presidente que amenaza con una vuelta a la Edad Media; un presidente que apuesta sin matices y sin cortarse un pelo por una tecnología fáustica que dejará tras de sí miles y miles de toneladas de sustancias radiactivas durante miles y miles de años; un presidente que no mueve o aparenta no mover ni un músculo ante la apuesta atómica a pesar de que su homóloga alemana, la señora Merkel, habla ya no de moratoria sino de abandono de la industria nuclear; un presidente que pensando con su propia cabeza, o a partir de los dictados de otros grupos con intereses afines, afirma “tener confianza” en la seguridad de los reactores tras lo sucedido en Fukushima; un político que al mismo tiempo que se salta cuando cree oportuno mil y un compromisos afirma no haber sido elegido para pensar críticamente sobre esa industria a pesar de los últimos y graves accidentes; un presidente que sostiene que no va a cuestionar una apuesta industrial llena de heridas, accidentes y temas sin resolver, un presidente así, cabe preguntarse, ¿no debería realizar un curso básico y urgente de teoría de la argumentación aunque, ciertamente, el núcleo central de esta historia de barbarie, que no de

civilización ni de modernidad ilustrada, no es un asunto de argumentos o razonamientos correctos? Mientras tanto no se ponga en ello, incluso aunque se ponga de ello, no habría que hacer caso de palabras cuyo significado está en función del interesado poder que las delimita. Semántica de clase si se permite la expresión.

Nota:

[1] Público, 4 de mayo de 2011.

[RETORNO ÍNDICE](#)

¿ES UN DISLATE IRRESPONSABLE EXIGIR EL CIERRE DE LAS CENTRALES NUCLEARES?

Tanquem les Nuclears - Nova Cultura de l'Energia -<http://www.tanquemlesnuclears.org>- no sólo es un documentado espacio web, en catalán y castellano, para el cierre de la industria nuclear, sino también y, consistentemente, para el ahorro y la eficiencia energéticas y para la difusión de una magnífica idea y un hermoso y realista programa: “el 100% de energías renovables”.

Las personas que han dado su apoyo a “Tanquem les Nuclears - 100% RENOVABLES” han explicitado su apoyo a un Manifiesto contra la energía nuclear que puede leerse aquí: <http://www.tanquemlesnuclears.org/nosaltres/manifiesto.htm>. Háganlo, no les defraudará.

Los gastos de la coordinadora se autofinancian por contribución solidaria de las personas que disponen de recursos económicos para ello. No hay ayudas privadas ni institucionales. Mejor imposible.

Para adherirse al colectivo no hay que pagar cuota alguna. Basta con estar de acuerdo con la necesidad de proceder a un cierre ordenado y, desde luego, urgente de las centrales nucleares y con los principios que forman la NUEVA CULTURA de la ENERGÍA. ¿Qué principios son esos? El ahorro y la eficiencia energéticas y un sistema de generación basado al 100% en energías renovables.

Si se quiere formar parte de la coordinadora, las razones se acumulan para ello, hay que enviar un mensaje a tlнце@pangea.org. Vale la pena. ¿Se animan? ¿No quieren combatir contra una industria que dice ser barata, limpia, segura y pacífica y no sólo miente una, dos o tres veces sino en cuatro ocasiones? Un mensaje, sólo un mensaje.

Por si les queda alguna duda, por si piensan que “Vivir sin nucleares” es una hermosa ensoñación sin suelo, por si piensan que tocar realidad exige la aceptación a regañadientes, y con ácido en la entrada del estómago, de una industria que puede conducirnos a la barbarie (in)civilizatoria, que “vivir sin” es simple y pueril pensamiento desiderativo, reproducimos este paso del capítulo XV de nuestro libro sobre los efectos de la energía nuclear en el medio ambiente y en la salud humana [1]. Cerramos, de hecho, una buena decisión, con estas reflexiones.

[...] Desde el punto de vista del medio, desde la perspectiva de la contaminación.

Desde ese punto de vista, si consideramos el ciclo completo de tecnologías de generación eléctrica como la nuclear o las renovables, podemos observar como por cada kilowatio/hora producido, la industria nuclear emite más CO₂ que cualquiera de las energías renovables. ¿Por qué? Por la gran cantidad de combustibles fósiles que es preciso consumir en todas estas etapas del ciclo.

En cuanto a la incorporación de los radionúclidos.

Desde los focos de emisión, los radionúclidos contaminantes se incorporan en el ecosistema a través de las cadenas tróficas por el medio acuático, por el terrestre o por el aire. En el organismo humano, las fuentes de radiación pueden ser internas o externas: en el primer caso, la principal puerta de entrada es la vía digestiva, los efectos patológicos a largo plazo más frecuentes debidos a la exposición a radiaciones ionizantes, incluso a dosis bajas, son las enfermedades neoplásicas.

En cuanto a los umbrales.

No se puede determinar ningún umbral de seguridad por debajo del cual no se lleguen a desencadenar riesgos de padecer cánceres. Existen, además, diversos efectos biológicos que explican el cáncer inducido por radiaciones. Así, por ejemplo, alteraciones de los mecanismos de protección y reparación, del sistema inmune y la presencia de efectos “clastogénicos” que afectan a células circundantes no afectadas directamente por la exposición. La leucemia fue el primer tipo de cáncer que se asoció con la exposición a diversas dosis de radiación -Hiroshima y Nagasaki-, aunque también se evidenció un riesgo elevado de padecer cáncer de estómago, colon, hígado, pulmón, mama en las mujeres y tiroides, entre los más frecuentes. Ya antes se habían observado casos de leucemia en personas que trabajaban con agentes radiactivos, pero no existía una adecuada dosimetría; el caso más conocido fue el de la dos veces Nóbel Dra. Marya Skłodowska Boguska, más conocida, por el uso patriarcal, como Mme Curie.

Así, pues, en definitiva...

En definitiva, considerando el impacto que puede llegar a tener la energía nuclear en la salud y el medio ambiente, aunque los escasos estudios epidemiológicos sobre dosis bajas no puedan demostrar la asociación entre riesgo y exposición más que en ciertos casos, es preciso aplicar el principio de precaución -sobre el que tanto insisten con razón nuestros amigos Jorge Riechmann y Joaquim Sempere- que puede invocarse cuando es urgente intervenir ante un posible peligro para la salud humana, animal, vegetal o biológica en general, o cuando se requiere proteger el medio ambiente en caso de que los datos que poseamos, si bien concluyentes experimentalmente, no permitan una determinación completa y definitiva del riesgo.

[...] Porque estaría además el tema de la evaluación de riesgos.

Para hacer frente a los agentes de riesgo y con la finalidad de que permanezcan por debajo de un nivel, digamos, aceptable —criterio, por otra parte, de índole subjetiva—, se ha planteado el

enfoque de gestión de riesgos. La Unión Europea introdujo en 2000 el concepto de “ciclo del riesgo” como estrategia dirigida al análisis de riesgos a través de la interacción de tres componentes básicos: la evaluación, la gestión y la comunicación del riesgo. Un riesgo no es aceptable si hay alternativas. E incluso para ciertos riesgos aunque no las haya; en estos casos, rige el viejo principio hipocrático: en la duda, abstenerse. Los problemas ecológicos y sanitarios hay que preverlos de antemano e impedir que lleguen a producirse, ya que muchos de ellos pueden ser irreparables a posteriori. Frente a la gran cantidad de catástrofes ecológicas de las últimas décadas, este principio debería ser contemplado con el fin de evitar más víctimas derivadas de la contaminación por radiaciones ionizantes a título personal y medio-ambiental.

Hay otras fuentes de energía renovables y limpias que están siendo o pueden ser tecnológicamente mejoradas, o investigadas. Los intereses económicos y políticos no deberían prevalecer una vez más.

En cuanto a la relación entre los usos civil y militar de la energía nuclear

La primera fuente de contaminación radiactiva de la biosfera han sido, hasta ahora, las explosiones realizadas por las potencias atómicas. Más de 1.000. Estas explosiones, además de contaminar la biosfera con un variado repertorio de radionúclidos artificiales, particularmente cesio 137 y estroncio 90, han creado enormes cantidades de núclidos radiactivos “naturales” -en especial tritio, el hidrógeno 3, y carbono 14- que existían en cantidades ínfimas. El incremento de la fracción radiactiva de estos elementos constituyentes de la vida ha quedado reflejado en todos los medios naturales y en la biomasa. Así, en las aguas superficiales marinas, donde la concentración de tritio natural era en 1950 de 0,01-0,03 Bq/l, alcanzó en 1964, tras las continuas explosiones atómicas en la atmósfera, cifras superiores a los 2 Bq/l en el hemisferio norte, unas 200 veces superiores a las preatómicas. Dado que este emisor beta débil tiene una vida media de 12,3 años, tras el cese de pruebas en la atmósfera la concentración de tritio ha ido disminuyendo, detectándose a finales de los 90, en el Atlántico Norte, entre 0,3 y 0,6 Bq/l. Es ilustrativo al respecto ponderar que la cantidad total de tritio natural en el planeta era de 1,3 EBq (EBq: exabecquerelio = 10^{18} becquerelios), o dicho de otra forma, que por cada 10^{18} átomos de hidrógeno, un trillón de átomos, existía uno de tritio. Las pruebas atómicas y luego las plantas nucleares añadieron 186 Ebq de tritio al planeta en los años 60 —un incremento de 143 veces—, del cual quedaban todavía unos 50 Ebq en 2001. Hoy en día se detectan en el canal de la Mancha y Mar del Norte, en el mar de Irlanda o en el Báltico, concentraciones entre 2 y 20 Bq/l, en contraste con las más de 10 veces inferiores del océano Atlántico. Son el aporte de las plantas ya antes mencionadas de La Hague en Francia, de Sellafield

en Gran Bretaña o de vertidos de centrales de la cuenca báltica. Consideraciones similares pueden hacerse respecto al carbono 14. El radiocarbono formado por las explosiones atómicas ha doblado la cantidad existente en el planeta, con el agravante de que con una vida media de 5.730 años hoy en día seguimos expuestos a prácticamente las mismas cantidades que hace cuarenta años, cantidades que se incorporan a la biosfera de forma importante.

Concluamos si te parece. ¿Es una quimera pretender vivir sin nucleares?

Tal como se señalaba en el informe CiMA (Científicos por el Medio Ambiente), documento que hemos elaborado Anna Cirera, Joan Benach y yo mismo con la inestimable ayuda de Jorge Riechmann [2], los efectos sobre la salud y el medio ambiente producidos por las radiaciones ionizantes de las centrales y el conjunto de la actividad industrial nuclear son de muy compleja evaluación debido, entre otras razones, a la dificultad de estudiar su incorporación en la cadenas tróficas, la reconstrucción de las dosis de exposición de las poblaciones objeto de estudio, así como por la variedad de las respuestas biológicas que se producen. No obstante, existe una notable evidencia científica de los múltiples riesgos para la salud y el medio ambiente asociados a la exposición a radiaciones ionizantes como resultado de los centenares de accidentes e incidentes nucleares producidos en todo el mundo durante más de cincuenta años, que han ocasionado miles de víctimas y afectados.

Desde el punto de vista científico, no es posible en la actualidad estimar una dosis por debajo de la cual las radiaciones ionizantes no produzcan efectos patológicos. Es importante señalar que, en este caso, la relación causa-efecto no es de tipo lineal, sino que depende de múltiples factores: la intensidad y la naturaleza de la fuente de radiación, la dosis total recibida, la duración temporal de la exposición, la edad de la población expuesta o la susceptibilidad individual. Etc. Puede decirse, por tanto, que no existe una dosis de radiación que sea segura.

En definitiva, ante la evidencia científica que señala claramente que las actividades derivadas del ciclo conjunto de la actividad industrial nuclear pueden perjudicar seriamente la salud pública y el medio ambiente, incluso en condiciones normales de utilización y funcionamiento, mi posición es que no deben y no pueden prevalecer los intereses políticos o la búsqueda de los beneficios económicos. El conocimiento disponible lleva a considerar, con más vigencia que nunca, como antes decía, un antiguo y sabio criterio médico: cuando hay dudas razonables, lo mejor es abstenerse. Por ello, para prevenir las peligrosas consecuencias que hemos descrito, para evitar que éstas se produzcan, se impone aplicar el “principio de precaución” y evitar la utilización de la energía nuclear. Podemos vivir sin nucleares y podemos vivir mejor. Y todos además.

Existe, además, el argumento de la imposibilidad que algunas veces se esgrime pragmáticamente.

Sí, en efecto. Por una parte, no se ve cómo la energía nuclear pueda sustituir a los combustibles fósiles en la actividad que actualmente más CO₂ genera, el transporte; por otra parte, un plan de construcciones nucleares que tuviera como objetivo sustituir los combustibles fósiles es totalmente inviable: requeriría construir, como hemos dicho y se ha señalado por otros, una nueva central cada dos días durante 25 años. No habría, además, uranio suficiente para ello y, desde luego, tampoco sabríamos dónde almacenar las miles de toneladas de residuos que se generarían en todo el mundo.

Queda, pues, intervenir socialmente. Mejor activos hoy que mañana radiactivos.

Efectivamente. No sé si en el principio fue la acción o la palabra, pero creo que es posible hoy, para bien de toda la Humanidad, hermanarlas fructíferamente.

Gracias Eduard No es todo pero es casi todo lo que deseaba saber y preguntarte sobre lo nuclear, la salud humana y el medio ambiente..

Gracias a ti y, sobre todo, a los lectores. Deseo que no les hayamos aburrido y espero que la información y los argumentos esgrimidos les sean útiles y les hagan ponerse en marcha, en el supuesto, improbable por lo demás, que mantengan alguna indecisión al respecto. Como hace 25 años y tan razonable como entonces: ¡mejor activos hoy, que mañana radiactivos!

Notas:

[1] ERF y SLA, *Casi todo lo que usted desea saber sobre los efectos de la energía nuclear en la salud y en el medio ambiente*, El Viejo Topo, Barcelona, 2008.

[2] Editado por los Libros de la Catarata.

[RETORNO ÍNDICE](#)

MÁS ALLÁ DE CHERNÓBIL Y FUKUSHIMA. LOS OTROS ACCIDENTES E INCIDENTES NUCLEARES.

Los trabajadores, titulaba Esther Celma en *Público* el pasado domingo 1 de Mayo [1], vinculan las “incidencias” de la nuclear de Ascó a la política de subcontratación, a la enorme cantidad de empresas subcontratadas en cascada por Asociación Nuclear Ascó-Vandellòs (ANV), el organismo gestor de la central que es propiedad de Endesa. La central que está parada desde el 19 de marzo de 2011, Ascó realiza una parada cada año y medio, para retirar las barras de uranio gastado, recargar el reactor y realizar el mantenimiento.

Lo sucedido el jueves 28 de abril de 2011: Una válvula que se abrió por un error hizo llegar unos 25.000 litros de agua contaminada hasta los tobillos de 14 trabajadores del reactor 1 de la nuclear de Ascó (Tarragona). Los trabajadores vinculan el incidente “a la gran cantidad de empresas subcontratadas que operan en la central durante las paradas programadas del reactor...la dificultad de controlar tantas empresas subcontratadas, con trabajadores de las más variadas especialidades y cada uno con sus propios jefes”. Además de los 1.200 trabajadores de la nuclear, participan 1.100 trabajadores de... ¡46 empresas auxiliares! ¿Por qué? Por lo de siempre: el balance nunca saciado de costes (reducidos) y beneficios (incrementados).

Es el segundo incidente que se registra en los últimos 15 días. El 14 de abril se originó un pequeño incendio en un cuadro eléctrico que, según parece, no tuvo consecuencias graves. El escape del jueves obligó a evacuar a todas las personas que se encontraban en el edificio de contención del reactor 1. Un portavoz del CSN ha asegurado que “el agua les cubrió las botas y los cubrebotas, pero en ningún caso alcanzó la piel”

El incidente más grave que ha sucedido en Ascó, de nivel 2, se produjo en 2007, con escape de partículas radiactivas al exterior.

No se trata ahora de confeccionar ninguna relación exhaustiva. Ni mucho menos. Pero sí de llamar la atención sobre la falsa idea de que los únicos accidentes nucleares de importancia han sido los de Chernóbil, cuyas consecuencias siguen en pie de consideración y de medida, y Fukushima, cuyas dimensiones, sabido es, están lejos de estar delimitadas. A título de ejemplo vale la pena citar los siguientes [2]:

Por otra parte, antes de Chernobil ocurrió otro importante accidente nuclear en 1979, en la Isla de las Tres Millas, en Harrisburg. ¿Qué pasó allí?

No sólo ese, no sólo el accidente de Harrisburg fue un accidente muy importante. A partir de mediados de la década de los 50 comenzaron a producirse graves accidentes en plantas nucleares de los Estados Unidos, en lo que entonces era la URSS, en Canadá, en

Gran Bretaña y en Japón, accidentes que afectaron seriamente a los seres humanos y al ambiente. Los principales accidentes acontecidos en centrales nucleares, cito de memoria, han sido los de Mayak en 1957, en los Montes Urales, en Rusia; en Windscale también en 1957 —rebautizado más tarde como *Sellafield, Seascale village*—, en Gran Bretaña; el importante accidente del que hablabas en Three Mile Island, en 1979, en *Harrisburg, Pensilvania*, EEUU, con una magnitud de 5 según la escala INES, y con riesgo fuera del emplazamiento; el ya citado accidente de Chernóbil en 1986 con una magnitud 7 según la escala INES y considerado un accidente grave, y el de Tokaimura, en Japón, en 1999, con una magnitud 4 según la escala INES y sin riesgo significativo fuera del emplazamiento, aunque sí hubo personal irradiado en el interior.

También lo ocurrido recientemente, en verano de 2007 en Japón, merece destacarse. Podemos hablar más tarde de ello si te parece.

De acuerdo, hagámoslo. Pero, ¿qué escala es ésa que has citado?

La escala INES, la Escala Internacional de Accidentes Nucleares, fue introducida por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y mide la gravedad de los accidentes nucleares. A mayor valor numérico, mayor peligrosidad del accidente.

En España, ¿cuántos accidentes se han producido?

En las instalaciones nucleares españolas ha habido desde la instalación de la primera central nuclear “José Cabrera” en 1968 un total de 27 sucesos catalogados todos ellos en el nivel 1, a excepción del ocurrido en la Central Nuclear de Trillo, en 1992, que fue de nivel 2.

También existió un accidente no catalogado en la Junta de Energía Nuclear, en los tiempos de la dictadura, que vertió cantidades indeterminadas de radiactividad al pequeño río Manzanares, cantidades que llegaron al Tajo y se detectaron en Lisboa. Algún historiador debería indagar los hechos, pues forman parte de los formas de proceder de la época.

Por cierto, muestra de las actividades de la JEN se han encontrado recientemente en zonas contaminadas radiactivamente en el campus de la Universidad Complutense, muy cercano a la ubicación de la Junta.

De los accidentes que antes citabas, ¿cuáles te parecen más destacables? ¿Qué sucedió en ellos?

En Mayak, cerca de Cheliabinsk, en los Montes Urales, el complejo nuclear más grande del mundo, ha sufrido grandes desastres, con episodios de contaminación ambiental que han tenido graves consecuencias para la salud. En septiembre de 1957 se produjo uno de los accidentes nucleares más importantes de la

historia. Un tanque de almacenamiento, que contenía 300 m³ de residuos de alto nivel radioactivo, explotó liberando casi la mitad de radiación de Chernobyl, con la difusión de 74.000 TBq [2] de radioactividad en un área de unos 23.000 km². Como consecuencia, más de 270.000 personas quedaron afectadas y alrededor de 10.200 tuvieron que ser evacuadas. Según el Instituto de Biofísica del Ministerio de Salud ruso, en 1992 habían fallecido 8.015 personas como resultado de la exposición a las elevadas dosis de radiación.

Luego se produjo el accidente de Windscale, que fue también en 1957.

En este caso fue el incendio de uno de los reactores de grafito de la central el que provocó la emisión de acerca de 600 TBq de iodo 131, 45 TBq de cesio 137 y 0,2 TBq de estroncio 90. Las cifras relativamente altas de iodo fueron especialmente preocupantes ya que el día después del accidente este elemento fue hallado en la leche, con una radiactividad de hasta 50.000 Bq/l en granjas ubicadas a 15 Km del reactor. En base a la valoración de las dosis recibidas, se estima que hubo decenas de muertes en el Reino Unido debidas a la radiación emitida tras el accidente, aunque este dato no pudo ser verificado a nivel epidemiológico. Da idea de la importancia de aquel accidente el que la nube radiactiva llegó a detectarse en Copenhague, si bien ignoramos todo de los efectos que pudo causar.

Años después, en 1979, se produjo el accidente de la Isla de las Tres Millas, en Harrisburg, Pensilvania, en Estados Unidos.

Efectivamente, en marzo de 1979, el reactor PWR de la central de Harrisburg sufrió una fusión parcial. Las bombas principales de agua de alimentación dejaron de funcionar a causa de una avería que impidió la retirada de calor del sistema de generación de vapor. La válvula de descarga de presión se abrió, emitiéndose una nube radiactiva de 0,5 terabecquerelios, compuesta fundamentalmente por radionúclidos de vida corta. La dosis recibida en el momento del accidente a pocos kilómetros de la central fue de 0,25 mSv de promedio. Ninguno de los estudios llevados a cabo mostraron una evidencia de asociación entre la incidencia de cáncer alrededor de la central y la emisión de radiación. Por el momento, el único impacto en la salud atribuible a Three Mile Island, en absoluto despreciable, ha sido el estrés mental en las personas que vivían en los alrededores de la central, particularmente en mujeres embarazadas y familias con niños.

Sin embargo, el seguimiento de la población no debería abandonarse. Aunque la dosis de radiación colectiva recibida por la población en un radio de 80 Kilómetros cuadrados fue pequeña, un accidente de este calibre produce enormes cantidades de residuos, pudiendo llegar a producir más de un millón de litros de agua contaminada.

Hablabas también del accidente de Tokaimura, en 1999 creo recordar.

Este accidente, que ocurrió a 120 kilómetros al noreste de Tokio, no lejos de Naka-machi, se considera el más grave después del de Chernóbil. Su causa fue la reacción en cadena que se produjo por la decantación de una cantidad anormalmente elevada, de 16 kg, de solución de nitrato de uranio enriquecido debido a un error humano en su manipulación. La cantidad superó muy ampliamente el valor de seguridad, algo más de 2 kilos, y los dos obreros de la central que participaron en el proceso fallecieron al recibir dosis letales.

Por cierto, sobre el accidente de la planta de Tokaimura, en el que se evacuó a 161 personas residentes en las cercanías de la instalación y se alertó a la población, unas 300.000 personas, dentro de un radio de 10 Km, para que permaneciese en sus casas, el Informe al respecto de los inspectores de la AIEA constata que se produjo por la manipulación de uranio enriquecido hasta un 19% en U-235, en cantidades tales que superaron la masa crítica, iniciándose una reacción de fisión. Asimismo se consigna que dicha planta llega a enriquecer uranio hasta un 50%.

Mi pregunta es, Salvador, ¿para qué enriquece Japón uranio hasta estos niveles? Tanto que se habla ahora del control de los países que pretender enriquecer uranio y tan poco que se mentó el caso nipón. Quizá se deba a que está en el eje del bien...

Probablemente, muy probablemente. La cercanía o pertenencia a los Imperios, y la subordinación a sus intereses, suele facilitar las cosas. En cuanto a accidentes militares nucleares.

Durante las últimas décadas ha habido múltiples accidentes militares con emisiones de radiaciones ionizantes elevadas y repercusiones importantes tanto en el medio ambiente como en la salud de las personas expuestas. En España tenemos el ejemplo de Palomares del que hablábamos anteriormente.

¿Puedes citar otro accidente militar importante?

El de Thule, al norte de Groenlandia, el 21 de enero de 1968. El accidente de Palomares contrasta, precisamente, con el segundo incidente nuclear del ejército de los EEUU —también del tipo “flecha rota”—, en este caso, en la base aérea de Thule. Aquí el criterio de radioprotección ambiental aplicado fue mucho más estricto. El accidente de un avión B52 que contenía cuatro bombas termonucleares provocó la contaminación de unas 20 hectáreas de la superficie helada de la Bahía de la Estrella Polar por unos 3,6 kilos de plutonio 239 dispersado. En este caso, durante cuatro meses se procedió a retirar todo el material contaminado que fue posible quitar del hielo, nieve, agua y restos del accidente, aproximadamente unos 6.700 m³, que fueron transportados a un cementerio atómico. No

obstante, las autoridades danesas estimaron que el plutonio restante contaminó el medio acuático hasta unos 20 kilómetros del lugar del accidente.

Cabe también citar, aunque algunos sean “semimilitares”, la contaminación por plutonio ocasionada por la caída, por accidente o fin de su vida útil, de satélites artificiales alimentados de energía por pilas de plutonio que les permiten una muy prolongada autonomía e intensas actividades de observación y emisión telemática.

Nos falta comentar el reciente accidente de Japón, el que se produjo a finales de julio de 2007. Un terremoto de intensidad 6,8 golpeó la provincia de Niigata, en la isla de Honsu, a 200 km de Tokio, y puso fuera de funcionamiento Kashiwazaki-Kariwa, una gigantesca planta nuclear, una de las más grandes del mundo. Nueve personas fallecieron, un millar fueron heridas, a causa del terremoto. Se destruyeron o dañaron unas 800 casas. Vías y puentes quedaron impracticables, se cortó el suministro de agua, gas y electricidad, se averiaron instalaciones industriales de la zona. Pero la secuela más grave tuvo que ver con la industria nuclear. El accidente, según el mismísimo The New York Times, generó preocupación sobre la seguridad de ‘lo nuclear’. La planta, propiedad de la TEPCO, Tokyo Electric Power Company, posiblemente esté situada encima de la línea de una falla sísmica. Los informes elaborados en aquellos momentos hablaban de fugas radiactivas, de conductos obsoletos, de tuberías quemadas, aparte de los incendios. Varios centenares de barriles de residuos radioactivos se vinieron abajo. Marina Forti, una informada periodista especializada en problemas ecológicos y mediambientales que colabora regularmente en el admirable diario comunista italiano Il Manifesto, escribió un magnífico artículo que tituló así: “Japón: el desastre en la central nuclear más grande del mundo acaba con uno de los últimos mitos de la industria nuclear”.

Sí, lo recuerdo. Leí la traducción del artículo que se publicó en www.sinpermiso.info y más tarde en www.rebellion.org. Forti hablaba de más de 1.000 litros de agua radioactiva vertidos al mar, no del litro y medio del que se habló el primer día después de lo sucedido, y, como decías, de fugas de isótopos radiactivos en la zona. Los mismos dirigentes de la central, aunque les costó, lo admitieron finalmente: eEl terremoto provocó un desastre. La planta, a finales de agosto de 2007, con sus siete reactores nucleares, sigue cerrada. Lo sucedido no fue una “pequeña fuga” radiactiva, sin consecuencias para el medio ambiente. Tardaremos en saber todo lo sucedido y cuáles han sido sus consecuencias.

Una agencia informativa japonesa ha divulgado que un centenar de barriles de escoria de baja radiactividad resultaron

afectados por el terremoto. Otros, sin precisar el número, se desprecintaron. Un portavoz de la empresa admitió, finalmente, que “sólo” la mitad de los 22.000 barriles almacenados cerca de la central (es decir, ¡11.000! barriles) estuvieron bajo control los días siguientes al accidente. Admitió también que se habían producido emisiones a la atmósfera de “pequeñas cantidades” de sustancias radioactivas como cobalto 60, yodo y cromo 51. Unas doce mil personas tuvieron que ser evacuadas de Kashiwazaki, ciudad que cuenta con 95.000 habitantes y está situada al lado de la central.

Pero las centrales se diseñan para que puedan resistir terremotos.

Sí, eso lo que dijo el portavoz de TEPCO: los reactores de la central fueron diseñados para resistir terremotos, pero sólo, insistió, hasta determinada intensidad, inferior a la magnitud del seísmo registrado aquel lunes de finales de julio de 2007. Con ello, lo señalaba Forti y yo estoy de acuerdo, se ha desplomado otro de los últimos mitos sobre la seguridad de la industria nuclear, el mito de que es posible construir plantas capaces de resistir *todo tipo* de terremotos.

El ahora ex primer ministro japonés, Shinzo Abe, un político muy conservador, declaró poco después que creía que las centrales nucleares sólo podían ser gestionadas con éxito contando con la confianza de la ciudadanía. Aceptémoslo. Espero entonces, deseo, quiero creer, debemos hacer lo posible, para que esa confianza ciudadana cada día sea menor. En Japón y en cualquier otro lugar. Aunque nunca sobran, nos sobran las razones para ello. En este caso, lo razonable es la desconfianza. La confianza sin argumentos es ciega, un irresponsable brindis al sol.

De hecho, en un viejo artículo tuyo publicado como nota editorial en el número 8 de mientras tanto -“El síndrome de Tsuruga (Energía nuclear y violencia institucional)”- hablabas de que el secreto y la tergiversación empresarial y gubernamental sobre los riesgos ambientales y sanitarios de determinadas actividades industriales” había sido puestos en evidencia de forma notoria durante un accidente nuclear en otra central japonesa, en la Tsuruga. En esta ocasión, entre el 10 de enero y el 8 de marzo de 1981, ocurrieron fugas de líquidos radiactivos, pasando unos 40.000 litros desde los depósitos de residuos de la central a las cloacas de la vecina ciudad de Tsuruga, donde entonces vivían unas 100.000 personas. El accidente, entonces el más grave desde el comienzo de la nuclearización nipona, no fue conocido por los habitantes de la ciudad, ni por la ciudadanía en general, hasta el 20 de abril; aproximadamente, unos 100 días de su inicio. De hecho, se ha sabido posteriormente, la empresa propietaria de la central, la Compañía Japonesa de Energía

Atómica, conocía perfectamente los hechos desde el principio e hizo todo lo posible para ocultarlos.

Admitámoslo, Salvador. Mal que nos pase, y desde hace ya tiempo, los tiempos no están cambiando. En España, durante la transición, no hubo ruptura; en muchos otros temas esenciales, tampoco. La mentira no sólo es el usual lenguaje de algunos dirigentes políticos sino también la jerga básica de las grandes corporaciones.

Notas:

[1] <http://www.publico.es/ciencias/373734/otro-incidente-cuestiona-la-seguridad-de-asco>

[2] Tomado de ERF y SLA, *Casi todo lo que usted desea saber sobre los efectos de la energía nuclear en la salud y en el medio ambiente*, El Viejo Topo, Barcelona, 2008.

[3] TBq: terabecquerelio. $1 \text{ TBq} = 10^{12} \text{ Bq}$, es decir un billón de becquerelios.

[RETORNO ÍNDICE](#)

Fabricación del combustible y funcionamiento de las centrales nucleares (I*).

El proceso de fabricación del combustible nuclear se inicia con la extracción del mineral de uranio y la concentración y refinado del material. Finaliza con el enriquecimiento de un isótopo del uranio y la fabricación de los elementos combustibles para que puedan ser utilizados por el reactor. Bien mirado, todo programa nuclear tiene su inicio en la extracción del mineral del subsuelo mediante técnicas mineras superficiales, llamadas “a cielo abierto”, o subterráneas, las minas en galería, dependiendo de la profundidad a la que se encuentre el mineral. En este proceso, el mineral de uranio extraído se envía a una planta de molturación, usualmente localizada cerca de la mina, donde el mineral es trabajado hasta lograr una mezcla fina que es sometida a un proceso de lixiviación ácida.

Lixiviar es, en general, tratar una sustancia compleja, como puede ser un mineral, con un disolvente adecuado, en este caso un ácido, para separar las partes solubles de las insolubles. En la lixiviación del uranio con ácido sulfúrico se separa la roca del uranio. Posteriormente, el uranio, que había quedado disuelto, se recupera de la disolución precipitándolo como un concentrado de óxido de uranio (U_3O_8) llamado *yellowcake* (torta amarilla) [1]. Este concentrado es el producto que finalmente es vendido para su utilización.

¿Qué cantidad de este producto es necesaria para mantener una central? Para mantener un reactor nuclear de 1.000 Mwe, 1.000 megavatios, que genere electricidad durante un año se necesitan unas 200 toneladas de ese producto. Generan una gran cantidad de residuos, tanto en el proceso de producción del uranio -actividad minera, concentración y enriquecimiento- como en el de utilización en el reactor.

Tal y como se encuentra en la naturaleza, el uranio contiene un 0,7% de uranio 235 fisionable y un 99,3% de uranio 238 no fisionable, de uranio que no sirve para producir las diversas reacciones en cadena. La inmensa mayoría de los reactores nucleares en funcionamiento requieren la utilización de combustible de uranio “enriquecido” donde la proporción de isótopo 235 haya aumentado hasta el 3,5% o algo más. ¿Cómo se realiza este proceso? Para realizar el proceso de enriquecimiento, el material debe estar en estado gaseoso. El proceso de conversión transforma el concentrado de óxido de uranio sólido en gas hexafluoruro de uranio. Es este gas el que posteriormente debe enriquecerse en el isótopo ^{235}U hasta alcanzar la concentración de más del 3%. Tras este proceso, el gas se transforma en polvo de dióxido de uranio, un polvo negro de apariencia metálica, un compuesto más estable químicamente que permite la formación de pastillas en las fábricas de combustible nuclear.

Este es el polvo que es transportado a las plantas de fabricación del combustible para las centrales. El uranio enriquecido, transformado en polvo negro de dióxido de uranio, es transportado a la planta de fabricación de combustible donde se prensa en pequeñas pastillas. Éstas se insertan en tubos finos, habitualmente compuestos por una aleación de circonio o de acero inoxidable, para formar las barras de combustible que son selladas y agrupadas en haces para su uso en el núcleo del reactor nuclear, presentando diferencias no secundarias según vayan destinados a un reactor tipo PWR (*Pressurized Water Reactor*) o a uno tipo BWR (*Boiling Water Reactor*)..

La dispersión geográfica de estos centros de producción requiere una amplia y apretada red de transporte de materiales radiactivos a escala planetaria además. Tan solo algunos países como EEUU, Rusia, Alemania, Japón y, más recientemente, Brasil y Argentina, pueden efectuar en el interior de su propio territorio toda la cadena de producción completa, la que va desde la extracción del mineral de uranio hasta su conversión en las pastillas de uranio enriquecido que alimentan las centrales nucleares.

El primer punto de la cadena que presenta un importante tráfico internacional lo constituye la producción del mineral y de los concentrados de uranio. Actualmente, hay unos 20 países productores de uranio en el mundo. En el año 2003, los principales países productores fueron Canadá (10.457 toneladas), Australia (7.572), Kazajstán (3.300) y Rusia (3.150). En su conjunto, representaban más de la mitad de la producción mundial.

El enriquecimiento del uranio es otro punto del ciclo que necesita transporte internacional, fuertemente centrado en algunas áreas. La mayor parte de este uranio enriquecido disponible es fabricado por EEUU y Rusia. De hecho, hasta los años ochenta del siglo XX, la mayoría de las centrales del mundo recibían estos suministros de uranio enriquecido casi exclusivamente desde EEUU. Aunque en los últimos años se ha intentado diversificar los suministros desde plantas europeas modernas como las francesas, aún se genera un importante tráfico de uranio natural hacia los EEUU y, a la inversa, de uranio enriquecido hacia los países consumidores. En España, por ejemplo, el abastecimiento de todas las centrales en funcionamiento depende completamente de las fábricas norteamericanas. Actualmente, Estados Unidos y Francia suman aproximadamente el 55% del mercado mundial de uranio enriquecido. Argentina y Brasil cuentan ya también con la tecnología y las instalaciones para producirlo, aunque su capacidad de fabricación es limitada.

Estos materiales son transportados en condiciones muy diferentes en función de su nivel de radiactividad. El reglamento de la OIEA -Organismo Internacional de Energía Atómica- establece las bases del transporte, basando su seguridad fundamentalmente en el embalaje, que debe proporcionar un escudo para proteger a los

trabajadores de la industria, a la ciudadanía y al medio ambiente. Se trata de prevenir una reacción en cadena no deseada, daños causados por el calor o por la dispersión de los contenidos. Las exigencias en el diseño de los embalajes de transporte y los procedimientos operacionales depende lógicamente del riesgo del material que se transporte. Usualmente se utiliza el transporte por carretera y ferrocarril para las distancias cortas y la vía marítima para trasladar a largas distancias grandes cantidades de material.

Pasemos a las centrales. ¿Qué es una central nuclear?, ¿qué relación tienen una central con la generación de energía eléctrica? En términos generales, la generación de electricidad consiste en transformar alguna clase de [energía](#) no eléctrica -química, [mecánica](#), [térmica](#), lumínica o radiante- en [energía eléctrica](#). Para la generación industrial de energía eléctrica se recurre a instalaciones denominadas “centrales eléctricas” que realizan alguna de estas transformaciones y que constituyen el primer eslabón del [sistema de suministro eléctrico](#) de una comunidad humana. Dependiendo de la fuente primaria utilizada, las centrales generadoras de electricidad se clasifican en [térmicas](#), [hidroeléctricas](#), [nucleares](#), eólicas, solares termoeléctricas, solares fotovoltaicas y mareomotrices. La mayor parte de la energía eléctrica generada en el mundo proviene actualmente de los tres primeros tipos de centrales, si bien en algunos países la dependencia nuclear es muy fuerte. En Francia, por ejemplo, en torno al 80 u 85% de la producción eléctrica es de origen nuclear.

Todas estas centrales, excepto las fotovoltaicas, tienen en común el elemento generador, constituido por un [alternador](#) [2] movido por una [turbina](#), distinta según el tipo de energía primaria utilizada. En las centrales fotovoltaicas, la corriente obtenida es [continua](#) [3] y para su utilización es necesaria su conversión en corriente [alterna](#) mediante el empleo de dispositivos denominados [inversores](#) u [onduladores](#).

Las centrales nucleares se utilizan para transformar la energía calorífica derivada de la fisión del uranio —combustible nuclear que, en teoría, también podría ser torio o plutonio— en energía mecánica y, a su vez, ésta se transforma en energía eléctrica. El calor producido por la fisión y los radioelementos generados calienta el agua convirtiéndola en vapor. Este vapor, obtenido a altas presiones, pasa por una turbina que acciona un alternador que produce la energía eléctrica. Posteriormente, el vapor atraviesa un condensador donde se convierte de nuevo en agua y, mediante la acción de una bomba, se vuelve a hacer pasar por la parte caliente del reactor convirtiéndose de nuevo en vapor y así sucesivamente.

Mientras que en una central térmica convencional, el calor proviene de la combustión en la caldera de un combustible como el carbón, el petróleo o el gas, en una central nuclear el calor proviene de la reacción en cadena que tiene lugar en el reactor. Tras la fisión

de los átomos de uranio, éstos originan neutrones que a su vez fisiónan otros átomos, generando la reacción.

El calor generado en el reactor se extrae mediante un refrigerante que circula alrededor del combustible. Los más utilizados son el agua -ligera o pesada- o un gas -anhídrido carbónico, helio-, y otros menos habituales como el aire, el vapor de agua, los metales líquidos o las sales fundidas. Los circuitos de refrigeración por donde circula el fluido portador de calor transmiten la energía calorífica producida en el núcleo del reactor hasta un turboalternador que tiene la función de convertir la energía calorífica que le llega a través de los circuitos de refrigeración en energía eléctrica.

Las centrales nucleares constan de uno o varios [reactores](#), originariamente llamados pilas atómicas, la de Fukushima tenía seis, que son contenedores impermeables a la radiación -habitualmente llamados vasijas- en cuyo interior se albergan varillas, barras, u otras configuraciones geométricas, de uranio enriquecido y otras de materiales -cadmio o boro usualmente- que rápidamente absorben los neutrones lentos. Tienen por finalidad controlar la reacción en cadena del elemento fisil, del elemento que pueda fisiónarse, el uranio 235, o [fértil](#), es decir, que puede convertirse en fisil por reacciones nucleares, usualmente el [uranio](#) 238 que se transforma en plutonio. En el proceso de fisión radiactiva, se establece una reacción que es sostenida y moderada mediante el empleo de elementos auxiliares dependientes del tipo de tecnología empleada.

Veámoslo con más detalle en una próxima entrega.

Notas:

[*] Tomado de ERF y SLA, *Casi todo lo que usted desea saber sobre los efectos de la energía nuclear en la salud y en el medio ambiente*, El Viejo Topo, Barcelona, 2008.

[1] De hecho, al final, no es amarillo sino de color caqui.

[2] Un alternador es una [máquina](#) destinada a transformar la [energía](#) mecánica en [eléctrica](#), generando, mediante fenómenos de [inducción](#), una [corriente alterna](#). Se fundan en el principio de que en un [conductor](#) sometido a un [campo magnético](#) variable se crea una [tensión eléctrica](#) inducida, cuya polaridad depende del sentido del campo y su valor del flujo que lo atraviesa. Consta de dos partes fundamentales, el [inductor](#), que es el elemento que crea el campo magnético, y el [inducido](#), que es el elemento conductor y que es atravesado por las líneas de fuerza del campo.

[3] Se denomina corriente alterna (CA en castellano, AC en inglés, alternating current) a la corriente eléctrica en la que la magnitud y dirección varían cíclicamente. La forma de onda de la corriente alterna más comúnmente utilizada es la de una onda senoidal, puesto que se consigue una transmisión más eficiente de la energía. En ciertas aplicaciones se utilizan otras formas de onda periódicas, tales como la triangular o la cuadrada. La corriente continua o corriente

directa (CC en castellano, en inglés DC, Direct Current) es el flujo continuo de electrones a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial. A diferencia de la alterna, en la corriente continua las cargas eléctricas circulan siempre en la misma dirección (los terminales de mayor y de menor potencial son siempre los mismos). Aunque comúnmente se identifica la corriente continua con la corriente constante, es continua toda corriente que mantenga siempre la misma polaridad.

II. El funcionamiento de las centrales con más detalle. Está, en primer lugar, el combustible, un isótopo fisionable, divisible, o fértil, que puede convertirse en fisionable por [activación neutrónica](#): uranio 235, uranio 238, plutonio 239, torio 232 o mezclas de estos elementos, como el [MOX](#), una mezcla de óxidos de uranio y [plutonio](#) (uno de los reactores de Fukushima funcionaba con MOX). El combustible habitual en las centrales refrigeradas por agua ligera es el dióxido de uranio “enriquecido”.

Tendríamos en segundo lugar un moderador -agua, [agua pesada](#), [helio](#), [grafito](#), [sodio](#) metálico- que cumple con la función de frenar la velocidad de los [neutrones](#) producidos por la [fisión](#), para que de este modo tengan la oportunidad de interactuar con otros átomos fisionables y mantener la reacción. Tenemos, además, el refrigerante: agua, [agua pesada](#), [anhídrido carbónico](#), [helio](#). Su función es conducir el calor generado hasta un [intercambiador de calor](#), o bien directamente a la [turbina](#) generadora de [electricidad](#) o [propulsión](#). Luego, un reflector, que suele ser agua, [agua pesada](#), [grafito](#) o [uranio](#), que reduce el escape de [neutrones](#) y aumenta la eficiencia del reactor.

Tendríamos luego el [blindaje](#) del reactor -de hormigón, [plomo](#), [acero](#) y agua- que evita la fuga de [radiación gamma](#) y [neutrones](#) rápidos, y el material de control: [cadmio](#) o [boro](#), que puede hacer que la reacción en cadena se pare puesto que son muy buenos absorbentes de [neutrones](#). Generalmente se usan en forma de barras, de [acero](#), por ejemplo, o bien disueltos en el refrigerante.

Se tendría finalmente los elementos de seguridad. Todas las centrales nucleares de [fisión](#) constan en la actualidad de múltiples sistemas, activos, los que responden a señales eléctricas, o pasivos, los que actúan de forma natural, por gravedad por ejemplo. La contención de hormigón es la principal de ellas. Todos estos sistemas tratan de evitar que se produzcan accidentes, o que, en caso de producirse, no se origine una gran liberación de [radiactividad](#) al exterior del reactor.

En síntesis: en una central nuclear se pueden distinguir tres partes principales: el núcleo del reactor, los circuitos de refrigeración y el turboalternador. En el núcleo del reactor tiene su origen la energía producida en la central y en él se encuentran los elementos combustibles compuestos por un conjunto de tubos metálicos o varillas donde se apilan las pastillas de uranio enriquecido. La

regulación del calor producido en la fisión nuclear se realiza mediante unos elementos de control, los moderadores, donde se insertan las barras del combustible de uranio que sirven para controlar la cantidad de neutrones emitidos en el proceso de fisión. La forma más utilizada para modificar la cantidad de neutrones emitida es el sistema de las "barras de control", constituidas por materiales absorbentes de neutrones, principalmente compuestos de boro y cadmio, que se sitúan entre las barras de combustible. Al ser introducidas en el núcleo del reactor disminuye la velocidad de reacción mientras que aumenta al sacarlas.

Las instalaciones nucleares son construcciones industriales muy complejas por la variedad de tecnologías industriales empleadas y por la necesidad de seguridad elevada que comportan. Las características de la reacción nuclear hacen que puedan resultar muy peligrosas si se pierde su control y prolifera por encima de una determinada temperatura a la que funden los materiales empleados en el reactor, así como si se producen escapes de radiación nociva por esa u otra causa. La [energía nuclear](#) se caracteriza por producir inevitablemente, además de [energía eléctrica](#), [residuos nucleares](#) altamente radiactivos que hay que albergar en depósitos aislados y controlados durante largo tiempo. A cambio, dirían sus partidarios, en afirmación enormemente discutible, no produce la [contaminación atmosférica](#) de gases derivados de la [combustión](#) ni precisan el empleo de combustibles [fósiles](#) convencionales. Empero, las emisiones contaminantes indirectas derivadas de su propia construcción, de la fabricación del combustible y de la "gestión" posterior de los residuos radiactivos, es decir, todos los procesos de tratamiento de los residuos, incluido su almacenamiento, no son en absoluto despreciables.

En cuanto a su potencia, la potencia de un reactor de fisión puede variar desde unos pocos [kW](#) térmicos a unos 4.500 [MW](#) térmicos (unos 1.500 MW "eléctricos").

Se instalan en zonas cercanas al agua, como cualquier central térmica, para refrigerar el circuito, y se emplazan, o deberían emplazarse, en zonas sísmicamente estables para evitar accidentes graves. Japón desmiente radicalmente esta consideración.

La energía nuclear es, pues, la energía que resulta del aprovechamiento de la capacidad que tienen algunos [isótopos](#) de determinados [elementos](#) químicos para experimentar reacciones nucleares y emitir [energía](#) en la transformación. Una reacción nuclear consiste en la modificación de la composición del núcleo atómico de un elemento, que muta y pasa a ser otro elemento como consecuencia del proceso. Este proceso se da espontáneamente en algunos elementos y en otras ocasiones puede provocarse mediante técnicas como el [bombardeo neutrónico](#) u otras.

Existen dos formas de aprovechar esta energía nuclear para convertirla en [calor](#): la [fisión nuclear](#), en la que un núcleo atómico se

subdivide en dos o más grupos de elementos, y la [fusión nuclear](#), en la que al menos dos núcleos atómicos se unen para dar lugar a otro diferente. En [física](#), la [fisión](#) es un [proceso nuclear](#), lo que simplemente significa que sucede en el [núcleo](#) del [átomo](#), y ocurre cuando un núcleo atómico se parte en dos o más núcleos pequeños, más algunos subproductos. Estos subproductos incluyen neutrones libres, partículas alfa y beta, y la emisión asociada de fotones, rayos gamma generalmente, lo que supone cantidades substanciales de energía. Se puede inducir por varios métodos, incluyendo el bombardeo del núcleo de un átomo fisionable con otra partícula de energía correcta. Esta partícula es generalmente un neutrón libre, que es absorbido por el núcleo haciéndole inestable: puede pensarse, para trazar un símil, en una pirámide de cartas que puede llegar a ser inestable si seguimos avanzando en su construcción o lanzamos hacia ella algún objeto.

El núcleo inestable del átomo se dividirá finalmente en dos o más partes. Los productos de la fisión incluyen dos núcleos más pequeños, neutrones libres -con una media de 2,5 por reacción- y algunos fotones. Este proceso genera mucha más energía que la que se libera, por ejemplo, en las [reacciones químicas](#). La energía resultante se emite en forma de radiación del fotón, como rayos gamma, y en forma de energía cinética -dependiente pues de la velocidad- de los núcleos y de los neutrones resultantes.

Los núcleos atómicos que surgen como productos de la fisión pueden ser [elementos](#) químicos diversos. Los elementos concretos que se producen es algo azaroso, pero estadísticamente el resultado más probable es encontrar núcleos con la mitad de [protones](#) y [neutrones](#) de los que tiene el átomo fisionado original.

Los productos de la fisión son generalmente muy radiactivos, no son [isótopos](#) estables. Estos isótopos se transforman mediante [cadenas de desintegración](#).

Aunque la fisión se inicia normalmente de la forma más fácil posible, por la absorción de un neutrón libre, puede también ser inducida lanzando otros elementos al núcleo fisionable que pueden incluir protones, otros núcleos o aún fotones de gran energía en cantidades muy altas. Muy raramente un núcleo fisionable experimentará la fisión nuclear espontánea sin un neutrón entrante.

Inducir la fisión es más fácil en los elementos pesados. Cuanto más pesado sea el elemento, mucho mejor. La fisión en cualquier elemento más pesado que el hierro produce energía; por el contrario, la fisión en cualquier elemento que sea más liviano que el hierro requiere energía. Lo contrario es verdad en las reacciones de [fusión nuclear](#): la fusión de los elementos más livianos que el hierro produce energía y la fusión de los elementos más pesados requiere energía.

Los elementos más frecuentemente usados para producir la fisión nuclear, como dijimos, son el [uranio](#) y el [plutonio](#). El uranio es el elemento natural más pesado; el plutonio experimenta desintegraciones espontáneas y tiene un período limitado. Así, pues,

aunque otros elementos podrían ser utilizados, uranio y plutonio presentan la mejor combinación de abundancia y facilidad de cara a la fisión.

Llamamos masa crítica a la mínima cantidad de material requerida para que el material experimente una reacción en cadena. La masa crítica de un elemento fisionable depende de su densidad y de su forma: barra larga, cubo, esfera. Puesto que los neutrones de la fisión se emiten en varias direcciones al azar, para maximizar las ocasiones de una reacción en cadena, los neutrones deberán viajar tan lejos y por tanto material como sea posible, para maximizar las posibilidades de que cada neutrón choque con otro núcleo. Por ello, una esfera es la mejor forma y la peor, probablemente, sea una hoja aplanada, puesto que la mayoría de los neutrones volarían de la superficie de la hoja y no chocarían con otros núcleos.

También es importante la densidad del material. Si el material es gaseoso, es poco probable que los neutrones choquen con otro núcleo porque hay demasiado espacio vacío entre sus átomos, por lo que un neutrón “viajaría” probablemente entre ellos sin golpear nada. Si el material se pone bajo alta presión, los átomos estarán mucho más juntos y las ocasiones de una reacción en cadena son mucho más altas. La alta compresión puede ser alcanzada poniendo el material en el centro de una [implosión](#), o lanzando un pedazo de ella contra otro pedazo, muy fuertemente, con una carga explosiva por ejemplo. Es el caso de la bomba atómica clásica.

El empleo de la [energía de fusión](#) está en fase experimental, existiendo dudas sobre su [viabilidad técnica](#) y [económica](#). Es otra de las energías nucleares posibles, siendo estudiada la viabilidad de su aplicación en centrales de producción eléctrica como el ITER (International Thermal Reactor) o el NIF (National Ignition Facility). Sus partidarios dicen que este tipo de energía atómica promete ser la opción más eficiente y limpia de las conocidas por el hombre para generar electricidad. Sin embargo, hay que admitir que aún falta tiempo, bastante tiempo, para que este tipo de energía pueda ser utilizada.

El principio en el que se basa la fusión nuclear es juntar suficientemente núcleos de deuterio -hidrógeno con un neutrón, estable y componente del agua pesada- y tritio -hidrógeno con dos neutrones, radiactivo con emisión beta- mediante presión o calor hasta lograr un estado llamado [plasma](#). En dicho estado, los átomos se disgregan y los núcleos de hidrógeno pueden chocar y fusionarse obteniendo helio. La diferencia energética entre dos núcleos de deuterio y uno de helio se emite en forma de energía que servirá para mantener el estado de plasma y para la obtención de energía. La principal dificultad consiste en confinar una masa de materia en estado de plasma ya que no hay recipiente capaz de aguantar las altas temperaturas generadas de millones de grados. Para ello se recurrirá al [confinamiento magnético](#), pudiéndose usar también el inercial.

El proyecto [ITER](#), participado por Japón y la [Unión Europea](#), pretende construir una central experimental de fusión y comprobar su viabilidad económica. El [NIF](#) pretende lo mismo en Estados Unidos usando el [confinamiento inercial](#) y estando en una fase mucho más avanzada que ITER. Conviene no olvidar que desde hace 50 años se han invertido por parte de los EEUU, la extinta Unión Soviética y la Unión Europea, sumas ingentes en el estudio de la energía de fusión aplicable a la generación de energía sin resultados tangibles hasta el momento. En los años 60 se preconizaba o “vendía” que en 20 años sería aplicable, y en la actualidad —caso ITER y NIF— se sigue postulando un plazo similar. Así como de la bomba atómica nacieron en poco tiempo aplicaciones civiles —“átomos para la paz”—, de la bomba de hidrógeno, origen de la energía de fusión, está costando grandes esfuerzos, sin ninguna perspectiva clara de éxito por ahora, lograr aplicaciones comerciales.

Actualmente existen dos líneas básicas: el [confinamiento inercial](#) y el magnético. El primero consiste en contener la fusión mediante el empuje de partículas o de rayos láser proyectados contra una partícula de combustible, que provocan su ignición instantánea. El confinamiento magnético mantiene el material a fusionar en un campo magnético mientras se le hace alcanzar la temperatura y presión necesarias.

Existen actualmente varios tipos de reactores nucleares de fisión. Los principales:

LWR: Light Water Reactors (Reactores de Agua Ligera). Utilizan como refrigerante y moderador el agua y como combustible [uranio enriquecido](#). Los más utilizados son los BWR (Boiling Water Reactor ó Reactores de Agua en Ebullición) y los PWR (Pressure Water Reactor ó Reactores de Agua a Presión). Antes hablábamos de ellos. Estos últimos son considerados en la actualidad el tipo estándar. Existían 345 en funcionamiento en el mundo en 2001.

CANDU: Canada Deuterium Uranium (Canadá Deuterio Uranio). Utilizan como moderador y refrigerante agua pesada, compuesta por dos átomos de [deuterio](#) y uno de [oxígeno](#), y como combustible usan [uranio](#) natural. Existían 34 centrales de este tipo en funcionamiento, también en 2001.

FBR: Fast Breeder Reactors (Reactores Rápidos Realimentados). Usan [neutrones](#) rápidos en lugar de térmicos para la consecución de la [fisión](#). Como combustible utiliza [plutonio](#) y como refrigerante [sodio](#) líquido. No necesita moderador. Existían cuatro centrales FBR en funcionamiento en 2001.

HTGR: High Temperature Gas-cooled Reactor (Reactor de Alta Temperatura Refrigerado por Gas). Usa una mezcla de [torio](#) y [uranio](#) como combustible. Como refrigerante utiliza [helio](#) y como moderador [grafito](#). Eran 34 las que estaba en funcionamiento en el mundo en 2001.

RBMK -Reactor Bolshoy Moshchnosty Kanalny (Reactor de

Canales de Alta Potencia)- cuya principal función es la producción de [plutonio](#), generando electricidad como subproducto. Utiliza [grafito](#) como moderador y agua como refrigerante, y usa uranio enriquecido como combustible. Pueden recargarse en marcha. El reactor de [Chernóbil](#) era de este tipo. Existían 14 reactores RBMK en funcionamiento en 2001.

El ADS -Accelerator Driven System (Sistema Asistido por Acelerador)- utiliza una masa subcrítica de [torio](#), en la que se produce la fisión solo por la introducción, mediante [aceleradores de partículas](#), de [neutrones](#) en el reactor. Se encuentran en fase de experimentación y una de las funciones fundamentales buscadas sería la eliminación de los [residuos nucleares](#) producidos en otros reactores de fisión.

[RETORNO ÍNDICE](#)

Sobre las banderas a las que la izquierda ha renunciado.

MANUEL LOZANO LEYVA es un catedrático de Física atómica, molecular y nuclear en la Universidad de Sevilla que, además de dárseles de catedrático de Física, escribe una aportación semanal en Público: “El electrón libre”. El viernes 7 de mayo publicó una columna con el título “La tesis de Frabetti”.

MLL resume un artículo previo de Carlo Frabetti: una alimentación vegetariana a escala global supondría un gran avance económico, sanitario y ecológico. Tal aserto, admite MLL, lo muestra Frabetti convincentemente, aunque no lo demuestra. La proeza exigiría tesis doctorales del máximo nivel académico en varias especialidades científicas y técnicas. Un desarrollo humano sin pesca ni ganadería es indudablemente viable, admite MLL, pero “la energía que ahorraría, la fotosíntesis que propiciaría, la longevidad que implicaría y la mayor justicia que conllevaría es complejo de establecer”. Como casi todo, como suele ocurrir en asuntos de importancia.

Sea como sea, prosigue MLL, la verdadera tesis que en su opinión sostuvo Frabetti en su columna de 24 de abril, también en *Público*, es todavía más radical: “hay que distinguir los planos científico (efecto) e ideológico (causa). Por mucho que Frabetti y los científicos demostraran que la ingesta de aminoácidos esenciales no exige proteínas animales, muchas personas no se enfrentarían a la ideología dominante (y a la tradición, la literatura, etc.) sino que sospecharían cuando no atacarían denodadamente al vegetarianismo”.

Asentado lo anterior, y aprovechando que el Ebro pasa por Zaragoza y que los quarks son muy pequeños, el catedrático de física señala que hay dos ejemplos de confusión grave, de los planos que denuncia Frabetti.

El primero y sin cortarse un pelo: está más que demostrado (sic) que los alimentos transgénicos tienen inmensas ventajas ecológicas y nutricionales. ¿Dónde está demostrada esa afirmación? No hay espacio en un artículo para señalarlo; aceptémoslo. MLL sostiene a continuación que “la argumentación de los que están en contra, al quedar científicamente desarmados, termina atacando a la multinacional Monsanto, supuesta propietaria de las patentes de las semillas transgénicas”. ¿Supuesta propietaria? ¿Ha leído realmente MLL algún artículo, algún manifiesto, algún material, algún estudio, algún libro de los que critican los alimentos transgénicos? ¿Científicamente desarmados? ¿Jorge Riechmann, por ejemplo, no sabe de lo que habla? ¿Dónde ha visto que trasladen falsariamente su punto de crítica desde la alimentación transgénica a una de las principales multinacionales, Monsanto en este caso, que mueve todos los hilos que están a su alcance, que son muchos, para tergiversar

datos y resultados, confundir y engañar a la ciudadanía? ¿No es posible consistentemente criticar una y otra cosa, los transgénicos y una de las multinacionales que, con incalculables intereses e ello, les dan aliento, aire y máxima publicidad? ¿Dónde está el error en ese comportamiento crítico-político?

Pocos, prosigue para finalizar el punto, dándoselas de izquierda informada, “atacan consecuentemente al capitalismo que propicia ese tipo de dominio monopolístico”. ¿Hemos leído bien? ¿Qué pocos movimientos, colectivos y autores que critican a Monsanto no atacan al capitalismo que propicia el poder aléfico de un puñado de multinacionales que conducen al mundo y a sus pobladores a un ecocidio anunciado y denunciado? ¿Pocos, dice Manuel Lozano Leva? Debe referirse al ecologismo caviar.

Más demencial aún, prosigue MLL, es el ataque a la energía nuclear. No es la primera que MLL va al ágora a defender la industria nuclear a la que suele presentar como barata, segura, limpia y pacífica. Y de ahí no me apeo, pase lo que pase y digan lo que digan.

¿Por qué demencial? Porque los ataques no terminan en Monsanto, “que al fin y al cabo existe, sino en un imaginario lobby”. ¿Imaginario lobby el lobby nuclear? Tal cual. Este, señala el catedrático de Física, “es un fantasmal grupo, se supone que el conjunto de industrias fabricantes de equipos y propietarios de las centrales, no tiene el más mínimo interés en el desarrollo de la energía nuclear: si les cierran las que tienen, negocio asegurado, porque ganarán pleitos millonarios y la alternativa a esa energía la fabricarán ellos”. ¿Qué Endesa, Iberdrola o Tepco, por ejemplo, no tienen el más mínimo interés en el desarrollo de la industria nuclear? ¿Que tienen interés en que les cierran las centrales por las ganancias de los pleitos que seguro ganarán? ¿No ha visto MLL las enormes presiones realizadas por Nuclanor sobre el gobierno español para conseguir la prolongación de la vida de Santa María de Garoña? ¿Sabe MLL de los enormes beneficios que esa prolongación comporta? ¿En Marte o en Júpiter? ¿Dónde vive MLL?

Luego viene, era de esperar, el desprestigio de las energías renovables con el argumento trillado de siempre: “las dominan sin hacer inversiones, sino cobrando subsidios. ¿Es casualidad que quienes más energía fotovoltaica tienen instalada en España sean Endesa y la duquesa de Alba?” ¿No ha oído hablar MLL de los enormes subsidios y de las inconmensurables ayudas públicas recibidas por la industria y la investigación nuclear a lo largo de estas últimas décadas? ¿No está informado MLL de las críticas de izquierda a determinadas subvenciones a empresas, “personalidades” o individuos supuestamente interesados en las energías renovables”?

La gota que colma el vaso, el programa que la izquierda debería asumir en opinión de MLL: “Si se considera que la energía nuclear es exponente del capitalismo, que se luche por estatizarla como en Francia”. El programa de la hora; peor imposible: si se considera que el la industria militar es exponente del capitalismo, que

se luche por hacer públicas las empresas de armamento. ¡Por favor! ¿Así razona un catedrático de Física que se les da de catedrático? ¿No ha oído nada MLL de las numerosas críticas realizadas por muchos movimientos al programa nuclear francés, incluidos, por cierto, no sólo sindicatos y algunas organizaciones de izquierda sino físicos e ingenieros nucleares?

“La izquierda ha renunciado a tantas banderas, las causas, que muchos terminan esgrimiendo los efectos a modo de espantajos acientíficos buscando calma a sus exacerbados ánimos”. Esa es la tesis, concluye MLL, que considera que sostiene Frabetti. Es imposible que Carlo Frabetti, una persona informada, pueda haber sostenido una tesis así.

[RETORNO ÍNDICE](#)

LIMPIA, BARATA, PACÍFICA...¿Y ADEMÁS SEGURA?

Catedráticos de física atómica, ingenieros nucleares, representantes del Foro Nuclear español (y de foros afines de otros países), la Agencia Internacional de Energía atómica, la industria nuclear, toda ella unida en posición de firmes y con la cara risueña, lo han repetido hasta la saciedad. Incluso después de la hecatombe atómica de Fukushima, no consiguieron permanecer con la boca cerrada. El mejor ataque es una buena defensa. “LBPS” eran las siglas de su slogan preferido. Limpia, si consideramos todo el ciclo nuclear, no es atributo apropiado; barata, si tenemos en cuenta todos los costes, es un adjetivo falsado (los costes de la construcción de la central de Finlandia ubican la afirmación en el archivo de las falacias de manual); pacífica es un término vinculado a aquella vieja y engañosa política propagandística de “Átomos para la paz” jamás llevada a la práctica. Nos queda la cuarta pata, la seguridad nuclear. ¿Podemos hablar así tras lo sucedido en Chernóbil y Fukushima? Veámoslo a propósito de las pruebas de seguridad de las centrales alemanas. Recuérdese, por otra parte, que el gobierno de Angel Merkel, en un gesto acaso electoralista pero en todo caso inesperado y único hasta la fecha, cerró de forma provisional siete reactores tras la crisis de Fukushima.

Olvidemos, en aras a la discusión, de otros accidentes de menor importancia en otras centrales. Supongamos por un momento que los accidentes de la central ucraniana y nipona jamás volverán a repetirse. De los residuos no hablemos, que hoy es miércoles y los jóvenes (y los no tan jóvenes) españoles están en pie de paz y rebeldía. Fijemos nuestra atención en los resultados de las pruebas de resistencia de las centrales germanas a las que han sido sometidas por la Comisión de Seguridad Nuclear de Alemania. [1]:

-Siete de las 17 centrales atómicas (es decir, más del 40%) no han logrado superar las pruebas de resistencia a las que las han sometido las propias autoridades germanas, no el grupo alemán de “Ecologistas en Acción”.

-Las plantas atómicas más antiguas fueron las que peores calificaciones obtuvieron en las pruebas de resistencia. Santa María de Garoña tiene una antigüedad similar.

-Cuatro centrales obtuvieron un cero de nota: no lograron puntuación positiva en ninguno -ien ninguno!- de los exámenes propuestos.

-Ninguna planta atómica germana ha logrado superar todas las pruebas de resistencia que han tenido que afrontar. De nada en demasía en ningún caso.

-El ministro de Medio Ambiente, Norbert Röttgen, del CDU, el partido de Merkel, no ha querido adelantar el cierre inmediato de las centrales que peores notas han obtenido tras los tres meses de

moratoria que se les impuso. Eso sí, incluso un ministro de un gobierno de derecha o de centro derecha, matizando que el apagón no puede realizarse de forma inmediata, ha sido claro en sus conclusiones finales: "Debemos encontrar una forma de abandonar la energía atómica tan rápido como sea razonable".

-Angela Merkel ha anunciado ya, como es sabido, que antes del verano tendrá una lista una hoja de ruta para abandonar definitivamente la era atómica en Alemania.

-Alemania ha contado con el factor de un "ataque terrorista" o un accidente aéreo en su test sobre las instalaciones. La prueba no la han logrado superar ninguna de las plantas nucleares.

-Alemania, la principal potencia económica de Europa, ha realizado por su cuenta las pruebas de resistencia a sus centrales, a pesar de que ha sido a partir del 18 de mayo cuando la Comisión Europea ha tenido encima de la mesa la propuesta, sugerida por el Grupo Europeo de Reguladores de Seguridad Nuclear, de cómo deben ser los test a los que se someterán o deberían someterse las plantas europeas. ¿No era Alemania el modelo?, ¿a qué esperamos entonces?, ¿cuándo sometemos a pruebas a nuestras centrales? ¡Vente a Alemania Pepe (Blanco por ejemplo), vente Miguel (Sebastián), y toma nota!

Asentado lo anterior cabe de nuevo preguntarse con algo de indignación: ¿eran tan irracionales los portavoces del movimiento antinuclear alemán cuando señalaban ese y otros vértices? ¿Quiénes eran los indocumentados, los alarmistas, los ignorantes, los que agitaban miedos atávicos de la ciudadanía responsable? ¿Son anticientíficos, cultivadores de pseudociencias, los ecologistas hispánicos que ponen su mirada en esos mismos puntos como afirman algunos portavoces de foros y destacados miembros de la comunidad científica nuclear española?

Limpia, barata... y segura. ¡Qué risa tía Felisa!, ¡qué cara dura doñas Tepcotura e Iberdura!

Nota:

[1] <http://www.publico.es/ciencias/376855/siete-nucleares-alemanas-suspenden-en-seguridad>

[RETORNO ÍNDICE](#)

LA INCONTENIBLE RABIETA DE UNA PUBLICISTA NUCLEAR.

María Teresa Domínguez [MTD] es presidenta del Foro de la Industria Nuclear Española. Muy poco después del segundo accidente de mayor gravedad de la industria nuclear, y uno de los más importantes de la industrialización humana, sostenía, cuando llegaban las primeras noticias de lo sucedido y no se conocían las dimensiones reales de la hecatombe de Fukushima, que lo sucedido corroboraba fuera de toda duda y comparación la seguridad del diseño de los reactores nucleares. Duros como una roca, firmes contra huracanes de acero: ¡con lo nuclear nadie podía! Ni siquiera un terremoto de enorme potencia se atrevía a toserles en la cara. Cuando se supo lo que estaba ocurriendo realmente, enmudeció. Hasta ahora.

Con fecha 31 de mayo de 2011, tras conocerse la decisión del gobierno alemán, una decisión que está sentando como una patada en la cara de un Mosso d'Esquadra de Felip Puig en muchos centros lobbistas nucleares, se ha despachado con un artículo en *Público* [1], una rabieta de publicista pronuclear resentida. Sostiene en él, tras dar cuenta a su modo y manera de la decisión del gobierno Merkel [2] y recordar que “la energía nuclear en Alemania supone casi un 25% de la electricidad que se consume en el país” (en realidad es el 23%, y MTD, que es física o ingeniera nuclear conoce o debería conocer la cifra con precisión), que desde “el punto de vista ambiental, de acuerdo con la Confederación de la Industria Alemana BDI, un rápido abandono de la energía nuclear supone el aumento anual de las emisiones de gases contaminantes en más de 70 millones de toneladas de CO₂”. Habría que comprobar las fuentes, pero es obvio que a MTD no se le ocurre pensar ni hablar de mayor eficacia energética, de austeridad, de consumo responsable nada fáustico, además de olvidarse, diga lo que diga la publicidad nuclear, que mirada en su totalidad la energía nuclear no es limpia respecto al CO₂. Como siempre, en el horizonte el cuento de hadas atómico: limpia, barata, segura y pacífica [3].

Sostiene MTD además que “a pesar de que Alemania tiene alrededor de un 30% de capacidad de interconexión eléctrica con sus países vecinos”, renunciar a la energía nuclear supondrá el uso de centrales térmicas de carbón para producir la energía eléctrica que deje de producirse por las nucleares. Las organizaciones ecologistas alemanas, Die Linke también, sostienen que no tiene por qué ser así a medio y largo plazo. El gobierno Merkel ha anunciado una fuerte inversión de medios e investigación en el ámbito de las energías alternativas.

La decisión del gobierno alemán, asegura MTD, “pone en

peligro la continuidad de la industria pesada y supone una amenaza para el mantenimiento del empleo". El gobierno alemán, visto está, mantiene pulsiones antinucleares pueriles, es un abanderado del decrecimiento y pretende ubicar Alemania en los próximos años entre los países del BRIC. Será eso.

Y no sólo es eso: puestos a alarmar se alarma. Esto, el parón nuclear alemán, motivará a su vez, según MTD, "un desequilibrio en el suministro de la mayor parte de los países del continente europeo". ¿Mayor parte de países?, ¿desequilibrio?. Sin mayor concreción ni precisión. Afirmar sin argumentación; esta es la cuestión, recogiendo las posiciones de los opositores europeos, franceses y suecos sobre todo, a la decisión alemana.

No basta con eso. MTD confía -¿por qué?- que la decisión que acaba de tomar Alemania se reconsidere muy pronto [4] -¿por quién, por quienes, por qué fuerzas políticas?-, asegurando además que "la operación a largo plazo iba a permitir a su industria disponer de una tecnología de generación de electricidad fiable, estable, competitiva y respetuosa con el medio ambiente". El cuento nuclear, una vez más, una y mil veces repetido, olvidando desde luego el inmenso marrón que deja el abandono de la industria: los residuos radiactivos. La decisión, en opinión de MTD, no puede ser trasladada a otros países. ¿Por qué? Porque, en contra de toda evidencia disponible, tiene "un carácter coyuntural" y Alemania tiene una enorme capacidad de interconexiones en la red. ¿Carácter coyuntural de la decisión?, ¿algún gobierno en perspectiva que anuncie la vuelta a lo nuclear?

MTD se olvida, eso sí, de algunos datos esenciales. Estos por ejemplo: el Consejo Mundial para las Energías Renovables estima que la industria nuclear ha recibido alrededor de 1 billón de dólares, al valor actual, de dinero público en todo el mundo, mientras que el conjunto de las energías renovables no ha recibido hasta la fecha más que unos 50.000 millones [5]. Little David, big Goliath. La potencia total instalada en nuestro país es de más de 97.000 MW: la nuclear sólo representa unos 7.800 MW y la demanda máxima histórica energética española, que se produjo en 2007, no llegó a los 45.000 MW [6]. España, por otra parte, está exportando este año el 3% de la electricidad producida.

La posible sustitución tendría otra ventaja adicional a tener muy en cuenta ha señalado un lector de *Público*: reduciría la dependencia energética del exterior ya que las renovables son autóctonas (recursos, tecnologías) mientras que la energía nuclear se considera en las estadísticas oficiales como nacional pese a que nuestro país no posee actualmente minería ni mineralurgia de uranio. Ni tampoco, desde luego, enriquecimiento isotópico.

El triunfo del movimiento antinuclear europeo es evidente. De todas aquellas movilizaciones, de todos aquellos encuentros, actos de protesta., investigaciones, materiales de estudio y divulgación, estos

resultados. ¿No vale la pena tomar nota y ponernos de nuevo?

El Foro de la Industria nuclear española, también su enrabietada presidenta, cree o dice creer que la decisión alemana costará más del 33.000 euros al sector. ¿A qué sector?, ¿al privado? Desconozco los cálculos pero aun cuando fuera así, ¿cuánto va a costar a los ciudadanos japoneses, y a todos los ciudadanos del mundo, en general, al desastre de Fukushima y sus largas y diversas prolongaciones

PS. El próximo domingo, 5 de junio, está anunciada una manifestación antinuclear en Barcelona bajo el lema: “¡Cerrremos ya las nucleares!” Más de 80 entidades de la sociedad civil de Catalunya invitan a la ciudadanía a participar en la manifestación para exigir: un calendario de cierre urgente de las centrales nucleares que aún funcionen en Catalunya y en el Estado; que no se conceda la renovación del permiso de explotación de la central de Ascó que caduca el 1 de octubre de este año que se abandone definitivamente el proceso de ubicación del ATC de residuos radioactivos; que después de decidir el calendario de cierre, se abra un proceso de participación pública para decidir cómo abordar la gestión de los residuos radioactivos que las centrales nucleares del Estado han dejado a lo largo de sus años de funcionamiento; y que se elabore una estrategia para una transición energética acelerada hacia un sistema eléctrico fundamentado en el ahorro, la eficiencia y tecnologías de generación basadas al 100% en fuentes renovables.

Notas:

[1] María Teresa Domínguez, “Giro alemán desacertado tras Fukushima”. *Público*, 31 de mayo, p. 33.

[2] Ingo Niebel –“Alemania adelanta el apagón nuclear a 2022”- informaba el pasado martes en *Gara* - <http://www.gara.net/paperezkoa/20110531/269639/es/Nuevo-plan-energetico-frente-auge-verde> - de algunos nudos de la situación alemana: el Gobierno “da un giro a su política energética y planea apagar todas las centrales atómicas para 2022, dejando tres en reserva. Verdes, Die Linke y ecologistas rechazan el plan, mientras que el SPD lo considera viable”. Las siete plantas más antiguas, que se encuentran fuera de servicio desde la catástrofe de Fukushima, y la de Krümmel, apagada por problemas técnicos, no volverán a funcionar. El Ejecutivo quiere mantener tres centrales “en reserva” para que en caso de emergencia puedan estar operativas hasta el 2023. El ministro de Medio Ambiente alemán, Norbert Röttgen, invitó a los demás partidos a participar en este “gran proyecto nacional”. De cara a la opinión pública, señala Niebel, los tres partidos de Gobierno -la CDU, el CSU y el FDP- están dando una inusual imagen de unidad. Horst Seehofer, ministro presidente de Baviera, jefe del CSU, ha reabierto además el espinoso debate sobre un depósito

definitivo para los residuos nucleares.

El Partido Socialdemócrata alemán se ha mostrado abierto a colaborar con el Gobierno para llegar a un acuerdo. Sus condiciones: que se retomen los principios del “compromiso nuclear” firmado hace una década entre el partido, los Verdes y la industria nuclear en torno al abandono de la energía atómica, y que arrojado a la basura en 2010 por el actual gobierno, entonces netamente pronuclear.

Lejos de esta euforia se sitúan las reacciones de los Verdes, de Die Linke y de las organizaciones ecologistas. El Partido Verde se muestra escéptico con el plan de Merkel. Claudia Roth ha declarado que había que fijarse “en la letra pequeña” del proyecto de ley que el bipartito va a presentar al Parlamento. El jefe del grupo parlamentario, el ex ministro Jürgen Trittin, subraya que ahora hay “más preguntas que respuestas” que antes. Según Niebel, la reacción del Partido Verde se explica por el hecho de que con su política antinuclear ha experimentado un espectacular auge que tras la catástrofe de Fukushima le ha colocado al mismo nivel que la CDU y el SPD. Merkel les secuestra el tema que es el principal pilar de su credibilidad ante el electorado.

Por otra parte, “lo que en un principio puede aparecer como una inteligente jugada política de la canciller podría costarle cara. Supone dar un giro de 180 grados en la política nuclear de la CDU que, junto con la CSU y el FDP más el SPD, siempre ha velado por los intereses del oligopolio energético”. La multinacional RWE apoyó a Merkel para que junto con el FDP acabara con el “compromiso nuclear” firmado con el SPD y los Verdes en 2000. Logró su meta en 2010: el bipartito acordó prolongar la vida útil de las centrales del año 2023 hasta 2035. El proyecto salió de una reunión a puerta cerrada entre Merkel y los presidentes de las alemanas Eon, RWE, EnBW y la sueca Vattenfall, las cuatro empresas que controlan el mercado nuclear alemán. La misma canciller paró en seco en plan en marzo de 2011 al decretar el cierre provisional de las siete centrales más antiguas. Desde entonces RWE ha cambiado de estrategia llevando al Gobierno a los tribunales por ese cierre forzoso, ya que varios juristas lo consideran ilegal.

Por su parte, tanto Greenpeace como la Federación de Medio Ambiente y Naturaleza de Alemania (BUND) consideran el plan de Merkel “poco ambicioso”»: estiman que se podría acelerar el cierre definitivo de todas las centrales nucleares. Algo similar piensa Die Linke. Su copresidenta Gesine Löttsch considera viable que para 2014 se apaguen las centrales nucleares germánicas. Además, ha instado a Merkel que diga cómo se financiará el final de la energía nuclear.

[3] Para una excelente aproximación crítica a la industria nuclear y a las apuestas tecnológicas irresponsables, véase “50 Nobel Alternativos demandan el final de la energía nuclear” <http://www.rebellion.org/noticia.php?id=129431>

[4] En la misma línea que la jefa de la multinacional gala Areva, Anne Lauvergeon, quien ha sostenido que en Alemania “aún puede pasar”

muchas cosas hasta 2020. Recuérdese que tan sólo la sueca Vattenfall opera dos centrales nucleares en Alemania.

[5] Un lector de Público recordada este dato.

[6] Ladislao Martínez -“Un cierre nuclear es posible”, *Público*, 31 de mayo de 2011, p. 33- recordaba este dato.

[RETORNO ÍNDICE](#)

TRAGEDIAS Y ENSEÑANZAS LORQUIANAS

Empecemos por lo esencial: apoyo y solidaridad con las familias de los fallecidos, con los heridos y con las personas afectadas tras los seísmos de Lorca. No haría bien la izquierda si no hiciera énfasis en estos vértices y no iniciara una campaña ciudadana de solidaridad activa, incluso en estos momentos de lucha electoral municipal, recogiendo dinero, materiales y dando muestra de apoyo solidario. La solidaridad, concretada en aquello que nos es posible que a veces depende de dónde estemos ubicados, es una de las grandes cosas que podemos regalarnos. Sigue siendo unas de las venas que conduce la sangre que riega a los pueblos no entregados.

Empero, sin actuar como cuervos carroñeros ante cadáveres recientes, vale la pena echar una breve ojeada a lo sucedido y a sus alrededores. Algunas notas para la ocasión.

La primera de ellas: los edificios de Lorca, localidad murciana, siendo Murcia una zona de riesgo sísmico, no estaban contruidos para resistir seísmos pese a ello, afortunadamente, su estructura no se ha portado mal. Hubiera podido ser mucho peor. Según se ha afirmado, más de la mitad de los edificios no son seguros.

España no es un país donde no se hayan sufrido terremotos nunca. 26 graves desde el siglo XI [1]. Con zonas de mayor riesgo en Almería, Murcia y Granada. El primero del que se tiene constancia, en el siglo XI, sucedió en el pueblo donde nació uno de los grandes poetas comunistas de todos los tiempos, en Orihuela; el primero del que tenemos referencia de fallecidos fue en 1428, en Queralbs (Girona) [2]. Unas ochocientas personas fallecieron. En el Mediterráneo hubo un tsunami brutal en la época romana, hacia el año 300 si he acuñado bien esta moneda. Está descrito por Edward Gibbon en *La decadencia y caída del Imperio Romano*. Hubo un terremoto en las islas griegas que arrasó en muchos otros sitios; alcanzó la Península Ibérica. Los últimos registrados en España datan de abril de 1956 (11 fallecidos en Albolote, Granada) y febrero de 1969 (19 muertos, magnitud de 7,3, en las cercanías del cabo de San Vicente, derrumbando casas en Huelva), sin olvidar el terremoto de 1755 que arrasó Lisboa y afectó fuertemente a los pobladores de Huelva y Cádiz.

Juan Carlos Escudier [3] ha recordado las declaraciones del presidente del colegio de Geólogos, Luis Suárez: un seísmo de 5,1 grados de intensidad no tiene magnitud suficiente para provocar un “efecto colapso”, especialmente en aquellas edificaciones recientes, que debieron levantarse con arreglo a las llamadas normas de construcción sismorresistentes que datan de septiembre de 2002. Lo extraño, consiguientemente, no es que en Murcia tiemble la tierra “sino los daños que ha ocasionado en construcciones de menos de 20 años”. Escudier recuerda que ese Real Decreto establece pormenorizadamente qué requisitos ha de cumplir cada construcción, en función de su uso y de la zona del país en la que se encuentren. Se

recoge también la aceleración sísmica básica estimada para cada localidad. En el caso de Lorca es de 0,12g. En el apartado 1.2.3. del Real decreto en cuestión puede leerse: “Si la aceleración sísmica básica es igual o mayor de 0,08 g e inferior a 0,12 g, las edificaciones de fábrica de ladrillo, de bloques de mortero, o similares, poseerán un máximo de cuatro alturas, y si dicha aceleración sísmica básica es igual o superior a 0,12 g, un máximo de dos”. Pues bien, señala muy oportunamente Escudier, “basta con echar un vistazo a las ofertas inmobiliarias de la localidad para comprobar que existen pisos a la venta en edificios de ladrillo en construcción de cuatro alturas más áticos y bajos comerciales, lo cual merecería algo más que una explicación. Por no hablar de aquellos inmuebles recientes que han sufrido derrumbes en algunas de sus plantas y que deberían haber sido contruidos para que esto no sucediera”.

La pregunta se impone: ¿y por qué no se ha respetado ese normativa? Porque siempre pensamos a corto plazo, sobre todo si hay intereses crematísticos; porque es muy posible que esas construcciones estén destinados a sectores sociales poco favorecidos y porque, sabido es, el poder del lado oscuro del lobby constructor español es inmenso y los escenarios a los que nos ha conducido y sigue conduciendo no tienen apenas parangón. Pero ahí siguen, felices de haberse conocidos a ellos mismos y de operar como han operado. Sin complejos de culpa. La pela es la pela, en Catalunya, en Murcia y en cualquier otro lugar de la piel de toro.

Manuel Ansele por su parte [4], tomando pie en un ensayo de Pedro Costa Morata [5], uno de los pioneros del movimiento antinuclear español, ha recordado que en 1974 se intentó construir una central nuclear en Cabo Cope, a 7 kilómetros de Águilas, a unos 30 de Lorca. Hidroléctrica Española, la actual Iberdrola, que publicitaba sus finalidades con la ayuda del ministerio franquista de Industria con fotos de un niño durmiendo plácidamente al lado de una central nuclear, llegó a comprar 300 Ha en Marina Cope. Un fuerte movimiento ciudadano consiguió arrojar a la basura los planes de la eléctrica. Además de Costa, Pedro Guerrero y, especialmente, Paco Rabal estuvieron en la cabecera de la protesta, dicho sea in memoriam et honorem del gran actor comunista. ¿Qué hubiera pasado al día de hoy si no se hubiera paralizado la construcción del reactor? No podemos saberlo. ¿Están libres de riesgos sísmicos las poblaciones de Ascó, Vandellós o Cofrentes por ejemplo? ¿Se ha contemplado ese componente cuando se diseñó su construcción?

Por su parte, el presidente de la Asociación Española de la Ingeniería Sísmica, Alex Barbat, en declaraciones a espacios informativos de TV3-24, afirmó que la tragedia de Lorca volvería a ocurrir en 10, 20 o 30 años, sin poder precisar más. Terremotos como los sucedidos, dada nuestra situación geográfica, son inevitables y no hay que olvidar que millones de viviendas fueron construidas en España antes de que se impusieron normas de construcción, no siempre cumplidas como hemos visto, adaptadas a los seísmos.

Según el mismo instituto Geográfico español, recuerda Manuel Ansele, desde 1985 ha habido en toda la Península, cada diez meses, terremotos que han oscilado entre 5,1 y 6 de la escala de Richter que, es como sabemos, una escala de carácter logarítmico [6].

Carles Ramió [7] por su parte, ha recordado nuestra vulnerabilidad tantas veces olvidada, la necesidad de la intervención pública y la ausencia casi total de los mecanismos mercantiles en ocasiones como ésta: el mercado ni está ni se le espera. No hay negocios por ahora. Cuando hay una catástrofe, ha señalado, “es cuando los países ponen a prueba sus capacidades institucionales para poder afrontar con ciertas garantías la atención de los damnificados”. ¿No nos enseña Lorca de la importancia de los servicios públicos y de la falsedad de la interesada publicidad de poderes económicos, algunos partidos políticos, medios de comunicación y algunos ciudadanos de pro que siempre acostumbran a poner en cuestión la importancia y necesidad de los servicios públicos a los que quiere someter a una salvaje reducción? De lo que significa el desinterés del estado por el bienestar público el Katrina y la administración Bush enseñan mucho; los gobiernos cubanos navegan en sentido contrario.

Queda por comentar, para finalizar en algún punto, los nudos sociales de la tragedia. “No teníamos dinero para comprar una casa nueva y optamos por una de segunda mano en La viña, un barrio obrero”, ha declarado Francisco Sánchez, una persona damnificada. La mayoría de las personas acogidas en los campamentos de emergencia son inmigrantes. El 20% de la población de Lorca lo son; en la calle nueve de cada diez afectados son marroquíes, subsaharianos y latinoamericanos se ha señalado. Los ciudadanos españoles afectados tienen más redes sociales y, en algunos casos, segundas residencias. Lo sabido: las desigualdades atraviesan de arriba abajo las realidades sociales en vértices esenciales y sólo un estúpido pudo afirmar alguna vez que en el mundo “civilizado” se había superado las clases y sus conflictos y luchas.

Están, desde luego, las heroicidades de personas anónimas. Antonio García, por ejemplo, rescató con sus propias manos a una mujer y a sus dos hijos que estaban semienterrados entre los escombros. Sus declaraciones posteriores: “Fui [iél, no los rescatados!] afortunado por estar allí”. Voluntad de modestia ha llamado la tradición a ese tipo de comportamientos.

Notas:

[1] “Del mortal tsunami de siglo XVIII a los muertos de 1969”. *Público*, 13 de mayo de 2011, p. 9.

[2] Queralbs es un pueblo pirineo de la comarca del Ripollés, al norte de Ribas de Freser, en el límite con la Cerdeña y el Conflent francés. Unas 200 personas vivían en él en 2006.

[3] <http://blogs.publico.es/escudier/785/la-ley-tambien-tiembla-en-lorca/>

[4] Manuel Ansedé, “La nuclear en Murcia que paró Paco Rabal”. *Público*, 13 de mayo de 2011, p. 9.

[5] Pedro Costa Morata, sobrino de Paco Rabal, es un histórico del ecologismo español del que muchos hemos aprendido mucho. Llegó a trabajar como ingeniero en la central nuclear vasca de Lemóniz. El proyecto de construcción del reactor en Águilas, según él mismo ha reconocido, le hizo caer del caballo nuclear.

[6] Los movimientos sísmicos de Lorca han sido más devastadores por originarse cerca de la superficie y, prácticamente, en las cercanías del pueblo murciano.

[7] Carlos Ramió, “Terremotos de Estado”. *Público*, 13 de mayo de 2011, p. 11.

[RETORNO ÍNDICE](#)

TECNOLOGÍAS HUMANAS Y RADIATIVIDAD NATURAL

I.

Irrumpe en 1942 un fenómeno generado por la humanidad, por grupos específicos de la humanidad, cuyo análisis detallado nos podría llevar incluso a discutir sobre la epistemología de la ciencia en tiempos bélicos. El fenómeno: entra en funcionamiento en Chicago, en diciembre de ese año de 1942, el primer reactor nuclear ideado por Enrico Fermi, el gran físico italiano. Se le llamó la pila atómica. Fue el primer reactor que se fabricó para generar una reacción nuclear en cadena controlada y obtener plutonio con el fin de poder construir una bomba atómica. A partir de entonces, con la intervención humana, y en contra de lo que hasta entonces había sido la tendencia permanente, ha ido aumentando la radiactividad en nuestro planeta.

Recordemos que existe un fondo de radiactividad natural que se distribuye según la geografía y que depende, en proporciones diversas, de varios factores: de la radiación cósmica en un 40%; de la radiactividad terrestre de rocas, suelo y aire en otro 40%, y, finalmente, el 20% restante, de la radiactividad natural incorporada al organismo. Así pues, aproximadamente el 80% de la radiación natural que el ser humano recibe es externa a su organismo (En términos de medición física, alrededor de 0,00125 Sv al año por persona, entre 0,001 y 0,0015 según el territorio).

El sievert (Sv) es la denominación de la unidad estándar internacional de *dosis de radiación eficaz* o *dosis equivalente* [1]. Tiene en cuenta las características del tejido irradiado y la naturaleza de la radiación. Constituye la unidad paradigmática en protección contra las radiaciones ionizantes, pues, si bien con limitaciones, intenta expresar el riesgo de aparición de los efectos estocásticos -es decir, aleatorios- asociados al conjunto de las situaciones de exposición posibles. En la práctica el sievert es la dosis de energía absorbida —el gray [2]— multiplicada por un factor de ponderación propio de cada radiación y órgano o tejido [3].

El concepto inherente a esta unidad de medida es que la misma cantidad de energía absorbida puede determinar efectos muy distintos según el tipo de radiación y el órgano expuesto. De este modo, el factor de ponderación de los fotones gamma y de los electrones es uno, mientras que el de los protones es cinco y el de las partículas alfa es cuatro veces más, es de 20. El Sv es una magnitud muy elevada y usualmente se utilizan submúltiplos: el milisievert (mSv: milésima de sievert) y microsievert (μ Sv: millonésima de sievert). Conviene tener presente —pues frecuentemente se malinterpreta o se usa falazmente— que, por definición, el sievert *sólo puede utilizarse para evaluar el riesgo de aparición de efectos estocásticos en los seres humanos pero no, cambio, sobre la fauna y la flora*.

La radiactividad natural existente en el medio ambiente proviene de los radionúclidos contenidos en la corteza terrestre desde su origen y de los radionúclidos, con períodos de desintegración mucho más cortos, formados continuamente en las series radiactivas naturales del uranio, del torio y del actinio [4], o por la interacción de los rayos cósmicos con la atmósfera y la superficie del globo.

Los diversos radionúclidos naturales contribuyen muy desigualmente a la radiactividad global de la biosfera, debida fundamentalmente a una veintena de ellos. Dada su abundancia en la corteza terrestre y su ritmo de desintegración, tres de ellos, el torio 232, el uranio 238 y el potasio 40, son causa de alrededor del 90% de la radiactividad natural.

De los catorce radionúclidos generados por los rayos cósmicos, los más frecuentes son el carbono-14 (el más abundante), el tritio (el hidrógeno-3) y el berilio-10, que representan una ínfima proporción de la radiactividad del medio. Al atravesar la atmósfera, los rayos cósmicos, fundamentalmente, protones, partículas alfa y, en menor proporción, electrones y otras partículas, interaccionan especialmente con el hidrógeno y el nitrógeno produciendo, respectivamente, tritio y carbono-14. El nivel de radiación cósmica aumenta per se con la altura sobre el nivel del mar y con la latitud; en el Ecuador es mínima por tanto. Conviene tener presente que la cantidad de estos radionúclidos se encuentra en equilibrio entre una formación constante y una desintegración continua con vidas medias cortas [5].

¿La distribución de radionúclidos naturales en la biosfera es, pues, homogénea? No, no lo es. La distribución presenta una amplia variabilidad en función del medio y de procesos geoquímicos. En el medio acuático destaca el potasio-40 que representa prácticamente el 95% de la radiactividad natural total y que es también el componente mayoritario en la radiación interna debida a la incorporación de radionúclidos a los tejidos del organismo. Junto al potasio-40, pero con mucha menor importancia, están el carbono 14 y el radio, que se incorporan a través de las cadenas tróficas, y el radón 222. Este gas inerte, que proviene de la desintegración del uranio 238 contenido en las rocas y, por lo tanto, en los materiales de construcción, se difunde en la atmósfera, aumentando en lugares poco ventilados y penetrando en los pulmones.

Como cualquier otro contaminante, los radionúclidos introducidos en la biosfera no permanecen fijos sino que existen diversos factores meteorológicos, geoquímicos, acuáticos y biológicos que determinan su dispersión y circulación por el medio, recorriendo grandes distancias a partir del foco emisor. Estos factores, junto con las características singulares del radionúclido, provocan que la diseminación del contaminante no sea en ningún caso homogénea.

Toda esta radiactividad natural fue disminuyendo a lo largo del tiempo. Sin embargo, pero ha ido aumentando desde 1942. A través de los procesos tecnológicos, de los reactores nucleares, los seres humanos introducimos en la biosfera elementos radiactivos, algunos

de ellos elementos muy similares a los que fisiológicamente, de forma natural, utilizan los organismos. El estroncio 90, por ejemplo, que es uno de los elementos más importantes de la contaminación de Chernóbil, o el cesio 137, hemos oído hablar de él en los medios tras la hecatombe de Fukushima, son radionúclidos que se incorporan al organismo. El primero actúa como el calcio y se incorpora a los huesos; el cesio 137 se incorpora a los músculos, como el potasio; el iodo radiactivo se incorpora al tiroides (recordemos las recomendaciones dadas por el gobierno nipón sobre el iodo tras las radiaciones de Fukushima).

Todos estos elementos consiguen incorporarse al cuerpo humano porque son equivalentes o iguales, como en el caso del iodo, a elementos no radiactivos que existen en la naturaleza y que son necesarios para la vida. El ininterrumpido aumento del uso industrial, militar, científico y médico de la energía atómica, de los radionúclidos y las ondas electromagnéticas de alta frecuencia, rayos X y gamma, está incrementando fuertemente, y de forma continua, el nivel de exposición que sufre la especie humana a las radiaciones ionizantes.

Esta exposición se suma al fondo radiactivo natural. A este fondo radiactivo de origen natural, gran parte de él acumulado en depósitos geológicos, se han venido a añadir, pues, una larga y diversa serie de fuentes artificiales: aparatos como los tubos de rayos X, los aceleradores, diseñados para emitir radiaciones cuando se ponen en marcha, pararrayos, detectores de humo, relojes, son artículos de consumo habitual que contienen -o contuvieron- radionúclidos. Sin olvidar, desde luego, la concentración de sustancias como el uranio o el radio durante el proceso de fabricación del combustible nuclear que antes se encontraban dispersas en depósitos minerales, la transformación de sustancias no radiactivas en radiactivas en las propias centrales y en los generadores de satélites y submarinos, el fondo radiactivo originado por las explosiones de armas nucleares y los accidentes de transportes militares, de los satélites espaciales, de las centrales nucleares y de las plantas de reprocesamiento así como los residuos derivados de todas las actividades anteriores.

En el ámbito de la medicina, en la que la mayor parte de la irradiación es de tipo externo (radiografías, tomografía computerizada, etc), la administración de radioisótopos para diagnóstico ha ido también en aumento en las últimas décadas.

La presencia a escala mundial de numerosas instalaciones y aplicaciones de la energía nuclear, conteniendo inmensas cantidades de radionúclidos tóxicos, altamente activos y de larga vida, constituye una gigantesca fuente potencial de contaminación radiactiva del medio y un riesgo de exposición a la radiación de creciente importancia para la salud pública. La entrada de estos radionúclidos en la biosfera ya se ha efectuado de forma significativa. Se conocen más de 400 elementos radiactivos artificiales, algunos de ellos detectados en cantidades importantes en la atmósfera, la hidrosfera y

la litosfera. Bien mirado, y sin exageración, estamos generando una hipoteca para la vida de las futuras generaciones o, cuanto menos, la estamos haciendo algo o mucho más peligrosa.

Es, pues, en general, una hipoteca a largo plazo. No digamos ya cuando hablamos de radionúclidos de vidas enormemente largas. El estroncio 90 tiene una vida media de 30 años, lo que quiere decir que en ese período se ha reducido su masa a la mitad y que en los 30 años siguientes se habrá reducido otra mitad la mitad restante, lo que significa que dentro de 60 años, después de unas dos generaciones, aún quedará la cuarta parte del estroncio inicial. Pero la situación se agrava todavía más en casos como los del plutonio o los del americio, el elemento que se forma cuando desaparece el plutonio 239.

Esto último permite rechazar una de las falsas informaciones que se han dado en ocasiones sobre el accidente atómico de Palomares, seguramente de forma nada inocente: el plutonio que estaba en Palomares está disminuyendo, se ha afirmado a bombo y platillo, pero no se comenta en cambio que al mismo tiempo el plutonio se ha ido transformando en americio 241 y que este elemento es un isótopo altamente energético que también puede incorporarse al organismo humano.

Hay aquí además un asunto que tiene aspectos que permiten la ironía o el escepticismo. Es un poco absurdo pensar, o altamente arriesgado si se prefiere, que puede existir una institución humana que permanezca millares de años vigilando, controlando algo con eficacia. Las instituciones más antiguas que conocemos son la burocracia china y la Iglesia católica. La primera tiene algo más de 2.000 años de existencia y la segunda debe tener unos 17 siglos de antigüedad como poder con fuerte capacidad de control de las gentes. Pensar que dentro de 10.000 o 20.000 años puede haber algún organismo humano que siga vigilando el plutonio que se está generando ahora es totalmente ilusorio o, seamos bien pensados, muy ingenuamente optimista. En cualquier hipótesis, muy irresponsable.

En casos como éste suele afirmarse: tranquilidad, la ciencia y la tecnología, como está probado y casi demostrado, avanzan siempre, incluso en momentos de desesperación. Confiemos en ellas. Ya encontraremos alguna solución en el futuro y no muy tarde por lo demás. Siempre surge en este punto la respuesta tecnocrática: no nos preocupemos: como en otras ocasiones, ya se encontrará alguna manera efectiva de hacer bien las cosas y no muy tarde. Decir eso es equivalente a afirmar el recordado “después de mí, el diluvio”. No tenemos actualmente ninguna tecnología previsible –vale la pena remarcar: ninguna- que pueda utilizarse de manera efectiva y segura en este tema.

Aparecen a veces partidarios de “la ciencia-ficción” que sostienen que esos elementos se pueden transmutar. Naturalmente que se pueden transmutar, es evidente que ya existe tecnología que permite transmutar los metales (o cualquier elemento por lo demás).

Es el viejo sueño de los alquimistas. Se puede, qué duda cabe, transformar el plomo en oro, pero estos procesos son tan costosos que es mucho más barato el oro que existe en la naturaleza que el que se pueda obtener mediante estos procesos. Aparte estos nuevos elementos sólo se pueden conseguir en cantidades muy pequeñas, prácticamente ínfimas, en aceleradores de partículas de muy altas energías.

Sigue siendo, pues, un problema la hipoteca que representa la generación de residuos persistentes, sea con tecnología moderna, sea con tecnología más antigua, que en el fondo no son tan distintas como a veces se dice.

El argumento, usado desde atalayas defensoras de la energía nuclear, que señala que también existe radiactividad natural y que, por consiguiente, no deberíamos preocuparnos, es totalmente falaz, no se puede considerar seriamente. Por un lado, la vida, nuestra especie en concreto, ha aparecido en un fondo radiactivo determinado que ha ido disminuyendo desde el origen del planeta, pero nosotros, con nuestras actividades, con nuestra tecnología, estamos incrementado esa radiactividad. Esto es un hecho radiobiológico comprobado. Cuanto más antigua es una especie o un *phylum* más resistente es.

Pero, además, por otro lado, la afirmación de que la radiactividad natural no tenga efectos negativos es una tesis muy discutible porque también hay estudios publicados que muestran que hay diferencias de efectos -cánceres, diversos tipos de mortalidad- cuando la radiactividad natural es más alta en una región que en otra. Daremos un ejemplo de esto último en nuestra próxima nota. Que algo sea natural no significa que se forzosamente bueno.

Nota:

[*] A partir de capítulo 4º de ERF y SLA, *Casi todo lo que usted deseaba saber algún día sobre los efectos de la energía nuclear en la salud y el medio ambiente*, El Viejo Topo, Barcelona, 2008. El capítulo se abre con una cita de una entrevista de 1983 a Manuel Sacristán: “[...] No hay antagonismo entre tecnología (en el sentido de técnicas de base científico-teórica) y ecologismo, sino entre tecnologías destructoras de las condiciones de vida de nuestra especie y tecnologías favorables a largo plazo a ésta. Creo que así hay que plantear las cosas, no con una mala mística de la naturaleza. Al fin y al cabo, no hay que olvidar que nosotros vivimos quizá gracias a que en un remoto pasado ciertos organismos que respiraban en una atmósfera cargada de CO2 polucionaron su ambiente con oxígeno. No se trata de adorar ignorantemente una naturaleza supuestamente inmutable y pura, buena en sí, sino de evitar que se vuelva invivible para nuestra especie. Ya como está es bastante dura. Y tampoco hay que olvidar que un cambio radical de tecnología es un cambio de modo de producción y, por lo tanto, de consumo, es decir, una revolución; y que por primera vez en la historia que conocemos hay

que promover ese cambio tecnológico revolucionario consciente e intencionadamente”.

[1] Su nombre toma pie en el físico sueco Rolf Sievert, pionero en la radioprotección.

[2] El gray mide la radiación absorbida. 1 Gray (1 Gy) es igual a 100 rads y equivale a la absorción de 1 julio de energía de radiación por un kilogramo de tejido irradiado (J/kg). Es una unidad de medida coherente recomendada por la Comisión Internacional de Unidades y Medidas de Radiación.

[3] Equivale a 100 rems, la antigua unidad de dosis equivalente (rem: roetgen equivalent man)

[4] Existe una cuarta serie artificial, la del neptunio.

[5] Tiempo medio de desintegración, el tiempo que tarda un elemento radiactivo en reducir su masa a la mitad.

II.

Señalábamos en la anterior entrega [1] que la afirmación de que la radiactividad natural no tenga efectos negativos es tesis discutible, muy discutible, porque también existen estudios publicados que muestran que hay diferencias de efectos -cánceres, diversos tipos de mortalidad- cuando la radiactividad natural es más alta en una región que en otra. Que algo sea natural no significa que sea forzosamente bueno. Evidente. Un ejemplo de todo ello.

Hay un caso europeo que se estudió en los años ochenta. Hace muchos años existían balnearios de aguas termales que publicitaban su excelencia anunciando que el agua de esos lugares era radiactiva. Antiguas botellas de agua mineral en España llevaban la etiqueta “Agua radiactiva”. En los años treinta, cuarenta, hasta los años cincuenta, que una cosa fuera radiactiva significaba que era muy buena, muy moderna, que era el último grito de la ciencia. En Europa hay un balneario de este tipo, que se llama Badgastein, en los Alpes austriacos, a unos 1.500 metros de altura, en una de las zonas más radiactivas de Europa e incluso del planeta. Ahora, desde luego, no publicitan que sus aguas sean radiactivas. Actualmente es un balneario normal, pero durante muchos años se había presentado como lugar de alta radiactividad.

En este balneario se llevó a cabo un estudio poniendo dosímetros durante un año a los empleados que trabajaban allí. Se trataba de ver si estos trabajadores quedaban afectados por su trabajo en una localidad de alta radiactividad *natural*, estrictamente natural. Lo que se comprobó sin ningún género de duda es que en las personas que trabajaban allí -dependiendo también, claro está, de la función que desempeñaban, del lugar donde ejercían su trabajo: oficinas, limpieza, cocina, fisioterapia, personas que estaban más tiempo en las zonas de aguas termales- se producía una incidencia de rupturas cromosómicas [2] mucho más alta que en las personas que estaban menos expuestas a la radiación o que vivían en otras zonas

de montaña similares pero con bajo nivel de radiactividad.

¿Qué puede concluirse entonces del “experimento” del balneario? Que no es inocuo vivir en una zona de alta radiactividad, que no es lo mismo vivir en un lugar con una importante radiactividad natural que en uno de baja radiactividad. Este estudio quedo ahí, como un dato aislado, pero posteriormente se ha podido comprobar en otras zonas del planeta la misma consideración. Cuando la radiactividad natural de un área -por las razones que sean, porque hay potasio 40, porque hay uranio, porque hay elementos de las series radiactivas en general- es alta, pudiendo existir diferencias de 1 a 5 o incluso de mayor importancia, las personas que viven allí tienden a tener más rupturas cromosómicas o determinadas afecciones que las gentes que viven en otros territorios.

Este tipo de afecciones sigue siendo motivo de estudio, aunque, de hecho, hay muy poca investigación en los últimos años sobre esta materia. Este es otro tema sobre el que debería hablarse y que no se comenta apenas. Estas líneas de investigación han quedado prácticamente paralizadas desde finales de los años ochenta. En muchos casos, además, eran estudios militares que estaban financiados por agencias de los Ministerios de Guerra o Defensa y que se difundían muy poco o, si se prefiere, tan sólo en áreas restringidas.

La reducción que comentamos se produjo tras el accidente de Chernóbil. En 1986, uno de nosotros [ERF] formada parte del Comité de Investigación en Salud de la Unión Europea, un comité en el que había representantes de todos los países miembros. La mayor parte éramos médicos o personas del ámbito sanitario. Ese comité, unánimemente, recomendó que se estableciese un sistema de vigilancia epidemiológica y se estudiase la radiactividad de cada zona y los efectos que podía tener a largo plazo en la población que la habitaba. La recomendación fue rechazada de plano por las autoridades de la Comisión Europea, dependientes, como es sabido, de los gobiernos de los Estados miembro en las cuestiones clave.

Existe también otro aspecto interesante en este asunto. A lo largo de los últimos cincuenta años los departamentos o Ministerios de Salud gubernamentales nunca se han preocupado de estos temas, han sido siempre los ministerios y los departamentos de Energía o de Industria. Lo mismo ocurre en el marco de las Naciones Unidas. Hace algunos años hubo una polémica muy importante sobre Chernóbil. Ha surgido de nuevo ahora a raíz del accidente de Fukushima. La Organización Mundial de la Salud (OMS) firmó en 1959 un convenio o acuerdo, un *memorandum of understanding*, con la Agencia Internacional de la Energía Atómica (AIEA) de Viena. Según este acuerdo, todas -todas es todas- las cuestiones relacionadas con la utilización de la energía atómica o con la radiactividad necesitaban el acuerdo de la AIEA. De este modo, todos los estudios que publica la OMS sobre estas temáticas han pasado anteriormente por el filtro de la Agencia. Desde entonces, desde la firma del acuerdo, tampoco ha habido programas de investigación de la OMS. La misma Agencia

européa tenía y tiene un comité de radioprotección o radiovigilancia pero no son temas que hayan pasado nunca por estudios de salud.

Hay, pues, poca investigación independiente. Existen muy pocas investigaciones independientes epidemiológicas, radiobiológicas. La mayor parte de los departamentos de radiobiología dependían o tenían relación con instituciones militares. En Francia, el Comisariado de Energía Atómica; la Agencia de Energía Atómica en Estados Unidos. En Inglaterra, el Medical Research Council tenía unidades que estaban íntimamente ligadas con los departamentos de energía y de asuntos militares. Ha sido un sector que siempre ha quedado apartado, ha sido un sector reservado. O en manos militares o en manos de departamentos de Energía o Industria, pero nunca en departamentos de Salud. Con lo cual, a la hora de mirar la literatura científica contrastada en revistas especializadas, nos encontramos con que hay muy pocos estudios significativos y además, con un parón claro y comprobable en los años ochenta.

En aquellas fechas hasta *Nature* llegó a publicar estudios realizados por investigadores alemanes sobre la contaminación de Sellafield y de La Hague, que analizaban cómo la contaminación por plutonio y otros radionúclidos llegaba hasta Noruega por las corrientes marinas, y al interior de las regiones donde se ubican las plantas, por los aerosoles del mar (dado que esas instalaciones suelen verter sus aguas al mar, puede existir polución marina). Estos investigadores estudiaron cómo los aerosoles que forman las olas llegaban al interior del territorio y cómo los radionúclidos vertidos al mar contaminaban las especies marinas. Pero jamás, según creemos, se han vuelto a estudiar todos estos temas. Si hay estudios, seguramente los habrá, serán informes que quedan reservados dentro de las instalaciones de la industria nuclear o dentro de los departamentos militares. Sellafield en Inglaterra y La Hague en Francia, por ejemplo, tienen un control militar muy importante. Estas informaciones no aparecen en la literatura científica abierta y rigurosa, donde, vale la pena insistir, prácticamente no se publican estudios sobre estas temáticas desde hace años.

Se han realizado algunos estudios epidemiológicos, incluso en España se ha hecho alguna cosa. Por ejemplo, un estudio dirigido por el Dr. Gonzalo López-Abente, del Instituto de Salud Carlos III, sobre la incidencia de cánceres en la población cercana a las centrales que ha concluido con resultados negativos. Se han realizado también algunos estudios en Inglaterra. Es decir, existen de hecho investigaciones que muestran el riesgo de estas instalaciones y del ciclo nuclear pero, sin discusión, el número de este tipo de estudios ha ido disminuyendo notablemente a partir de los años noventa.

El problema fundamental para los científicos que se dedican a estos ámbitos de estudio es conseguir financiación. En cualquier país europeo, en los Estados Unidos o en otros países desarrollados, la investigación se realiza a través de convocatorias de programas que,

en su gran mayoría, son para áreas específicas. Por ejemplo, en el área de biomedicina se propone estudiar la biología molecular de diversas enfermedades; en medio ambiente se estudia la contaminación de un lago determinado. Pero si un tema no está definido en estos programas es muy difícil conseguir fondos. No se puede pedir financiación para temas que interesan, y que son de interés general, si no están especificados en estos programas. Se pueden ir a un apartado general -“Promoción general del conocimiento” se llama en España, que es investigación muy básica-, pero entonces suelen responder que eso que se pretende es aplicación y que no hay programas adecuados.

En la Unión Europea, en los programas marco de investigación, no existen. Pueden existir contratos, trabajos que se realizan con instituciones de energía nuclear, programas orientados, pero, por lo general, no son estudios científicos independientes que aparezcan publicados en la literatura de libre acceso.

Nota:

[*] A partir de capítulo 4º de ERF y SLA, *Casi todo lo que usted deseaba saber algún día sobre los efectos de la energía nuclear en la salud y el medio ambiente*, El Viejo Topo, Barcelona, 2008. El capítulo se abre con una cita de una entrevista de 1983 a Manuel Sacristán: “[...] No hay antagonismo entre tecnología (en el sentido de técnicas de base científico-teórica) y ecologismo, sino entre tecnologías destructoras de las condiciones de vida de nuestra especie y tecnologías favorables a largo plazo a ésta. Creo que así hay que plantear las cosas, no con una mala mística de la naturaleza. Al fin y al cabo, no hay que olvidar que nosotros vivimos quizá gracias a que en un remoto pasado ciertos organismos que respiraban en una atmósfera cargada de CO₂ polucionaron su ambiente con oxígeno. No se trata de adorar ignorantemente una naturaleza supuestamente inmutable y pura, buena en sí, sino de evitar que se vuelva invivible para nuestra especie. Ya como está es bastante dura. Y tampoco hay que olvidar que un cambio radical de tecnología es un cambio de modo de producción y, por lo tanto, de consumo, es decir, una revolución; y que por primera vez en la historia que conocemos hay que promover ese cambio tecnológico revolucionario consciente e intencionadamente”.

[1] <http://www.rebelion.org/noticia.php?id=128971>

[2] Se entiende por *rupturas cromosómicas* las lesiones causadas por un agente físico -radiaciones ionizantes en este caso- o químico -muy raramente- en el material constituyente de los cromosomas y que llevan a su fractura, lo que implica una rotura de la cadena de ADN contenido en el cromosoma y, por ello, una discontinuidad de la información genética. Las consecuencias son diversas dependiendo de la capacidad de reorganización cromosómica y de reparación del ADN, así como de la zona de información alterada y del tipo de célula

afectada. Pueden ir desde efectos nimios o nulos hasta la inducción de diversas patologías; entre ellas, el cáncer. Y estos efectos son aleatorios, es decir, resultan de procesos estocásticos.

[RETORNO ÍNDICE](#)

OTRO ÉXITO DEL MOVIMIENTO ANTINUCLEAR

En España hubo ya movilizaciones exitosas en los setenta. La construcción de la central de Cabo Cope, por ejemplo, la paró un movimiento ciudadano que contó con el apoyo entusiasta de Paco Rabal. Tampoco en Catalunya el movimiento antinuclear dejó de dar importantes batallas a lo largo de los setenta e inicios de los ochenta. En aquellos el movimiento tuvo su mayor éxito en el resultado del referéndum austríaco, contrario a la apuesta nuclear, y años más tarde, después de Chernóbil, en una consulta italiana. Y también, sin duda, el movimiento antinuclear europeo fue decisivo en los prometedores momentos iniciales del partido Verde alemán. Lo que vimos luego ya es otra historia que apunta a la Mercedes Benz y a la fácil y completa deglución de algunos supuestos anti-sistema por el propio sistema. Joschka Fisher, el ex ministro de Asuntos Exteriores alemán, es un ejemplo destacadísimo. Para llorar y no parar.

Los pro-nucleares quedaron un poco adormecidos durante años. Luego, con más suerte que el Phenix y el Super Phenix francés, levantaron el vuelo y llegaron a afirmar, sin inmutarse y con sonrisa Profidén, que la energía nuclear era una energía alternativa. Bush II dicit. En España, hace muy, pero que pocos años, casi todo el mundo, el establishment en pleno, hablaba de la necesidad, del carácter imprescindible, ineludible de lo nuclear en el mix energético global. Felipe González-Endesa y Fidalgo-UpyD, exCCOOO, sin figuras destacadas de esta “verdad de Perogrullo” dicha y defendida con la máxima prepotencia y chulería.

Tras Fukushima, el panorama ha cambiado de nuevo. No forzosamente para siempre. La memoria es frágil y las narrativas, como se suele decir ahora, se construyen, se revisan y se reconstruyen permanentemente. Lucha de clases en el ámbito de la teoría se denominó hace años. Donde dije desastre digo pequeño percance. La memoria no sólo es selectiva sino que no acuña nada bien sus monedas si están son peligrosas.

Sea como fuere, algunos hechos son incuestionables ya ahora. Numerosos proyectos de lanzamiento nuclear están en suspenso; la seguridad de las centrales, y el consiguiente incremento de los costes de construcción, van a estar observados con microscopio electrónico por parte de la opinión pública informada; el Japón nuclear, la tercera economía del mundo, ha quedado herido de muerte, y Alemania, nada menos que Alemania, por boca de un gobierno de derecha liberal-conservadora, ha hablado de abandonar la era atómica en una década aproximadamente [1].

Y hay además otro éxito del movimiento a tener muy cuenta del que ha informado el corresponsal de *Público* Daniel del Pino [2]. Una moratoria, ha señalado, disfrazada de parón nuclear no ha sido suficiente para que el gobierno de Berlusconi haya conseguido frenar el referéndum sobre la energía atómica que se ha convocado para los

próximos 12 y 13 de junio en Italia. Ha sido una decisión tomada por el Tribunal Supremo italiano.

El Ejecutivo de Berlusconi sacó adelante a finales de mayo un decreto ley que aplazaba, al menos por un año, la construcción de cuatro centrales nucleares. Intentó vender la idea de que con ello la consulta popular ya no era necesaria. Pero, señala del Pino, la Corte italiana ratificó el pasado martes la convocatoria después de que “Italia de los Valores”, el partido que promovió la votación, y el Partido Democrático, presentaran un recurso.

Para que el referéndum de los próximos domingo y lunes de la semana entrante sea válido tienen que participar, al menos, la mitad de los italianos. Se puede conseguir, se ha de conseguir. De hecho, durante la visita del presidente francés Nicolas Sarkozy en abril de este mismo año, con el que el gobierno de Berlusconi había pactado la construcción de esas cuatro centrales, el primer ministro reconoció públicamente que había introducido la moratoria por miedo a las urnas. Sin ocultar, antes de Fukushima, que el lanzamiento nuclear era uno de sus objetivos en esta legislatura.

Como en 1987, cuando Italia votó en contra de la industria nuclear, ahora, 24 años después, la ciudadanía italiana puede demostrar de nuevo que un país que tiene el inmenso legado científico y político de Bruno, Galileo, Gramsci, Togliatti, Rossanda, Magri e Ingrao no puede soportar más un gobierno neoliberal, zafio y mafioso ni sus interesados e irresponsables planes núcleo-atómicos.

La convocatoria del referéndum ya ha sido un éxito; el probable resultado, la masiva afluencia a las urnas, el voto el contra de una energía que no es ni limpia, ni barata, ni segura, ni pacífica, podría aumentar las dimensiones de la victoria.

Notas:

[1] Algunos vértices de ese compromiso han sido legítimamente criticados por Die Linke, Die Grünen y el movimiento ecologista alemán.

[2] Daniel del Pino, “Italia votará en referéndum la energía nuclear”. *Público*, 2 de junio de 2011, p. 38.

[RETORNO ÍNDICE](#)

UNA CIUDADANÍA MASIVA Y DOCUMENTADAMENTE ANTINUCLEAR

España no sólo es el país de Queipo del Llano, del general africanista, golpista, dictador y asesino, de la CEDA, del ‘¡Muera la inteligencia!’, del carnicero de Málaga o de Manuel Fraga y sus calles y plazas públicas en propiedad (¡qué risa doña Sofía!). También es el país de Antonio Machado, de Federica Montseny, de Enrique Ruano, de Salvador Puig Antich, de Txiki, de José Manuel Naredo, de Francisco Fernández Buey, de Belén Gopegui o del presidente republicano Juan Negrín. Se nota; aunque no lo parezca a veces, crea cultura, rebeldía y tradición.

El CIS publicó el pasado jueves, 9 de junio de 2011 [1], un barómetro donde recoge la opinión de los y las ciudadanos españolas sobre la industria nuclear. La encuesta se realizó entre el 3 y el 11 de mayo. Vale la pena recordar algunos de los datos más significativos:

- . Porcentaje de ciudadanos/as españoles que están totalmente en contra, en contra o más en contra que a favor de la energía nuclear: 59,4%.

- . Porcentaje de ciudadanos que están totalmente a favor: 2,8%.
Porcentaje de ciudadanos que están totalmente en contra: 19,6%

- . Porcentaje de ciudadanos/as que están totalmente en contra, en contra o más a favor que en contra de la energía: 25,8%.

- . Porcentaje de ciudadanos que no se posiciona: sólo el 4,7%.

- . Porcentaje de ciudadanos que, en escala de 0 –“Nada peligrosa”- a 10 –“Extremadamente peligrosa”-, como si fuera la calificación de un examen, cree que la industria nuclear es peligrosa (5-10): 83,3%

- . Porcentaje de ciudadanos que creen que la energía nuclear no es nada peligrosa: 0,4%.

- . Porcentaje de ciudadanos que creen que en el caso de la energía nuclear los riesgos superan a los beneficios: 51,9% (porcentaje de ciudadanos que, en general, cree que los beneficios generados por el desarrollo tecnológico y científico es superior a los riesgos: 50,2%).

- . Porcentaje que cree que los beneficios superan a los riesgos en el caso de la industria nuclear: 31,9%.

- . Porcentaje de ciudadanos que cree que los medios subestiman los riesgos de la energía nuclear: el 40,6%.

Por lo demás, cuando se pregunta a los ciudadanos por la política que debería seguirse en España en el futuro respecto a la energía atómica la opción mayoritaria apuesta por no construir más centrales y, además, por cerrar las centrales restantes dentro del plazo marcado por su vida útil.

No es ninguna apuesta sin base, no lo ha sido nunca, vindicar el cierre de las centrales nucleares. Una fuerza netamente opositora durante décadas, una fuerza política que hace muy poco había

abonado la prolongación de la vida de las centrales (septiembre de 2010!), ha cambiado de opinión. Fukushima y el movimiento antinuclear han sido las causas. La CDU de Merkel, nada menos que la CDU, defendió el miércoles, 8 de junio [2], ante el Bundestag, el abandono de la era atómica en la cuarta potencia económica del mundo, en el primer país económico europeo. Las ocho centrales cerradas provisionalmente nunca más volverán a conectarse y las 9 restantes se irán apagando entre 2015 y 2022. Las energías renovables deberán generar el 80% de la energía consumida en Alemania en 2050.

Alejandro Nadal, uno de estos singulares e infrecuentes economistas de los que siempre se aprende, y mucho más que de una estricta aproximación económica a los asuntos tratados, ha señalado uno de los nudos esenciales que empezamos a conocer de la situación [3]. “Poder, mentiras y secuencias recombinadas” podía ser el título. Con sus documentadas palabras: “[...] la secuencia según TEPCO fue la siguiente. Primero, el terremoto dejó indemne la integridad de los reactores. Segundo, el tsunami interrumpió el flujo de energía en la zona e inundó las salas de máquinas de los generadores de respaldo en la planta. Tercero, la pérdida de refrigerante provocó el sobrecalentamiento, la acumulación de hidrógeno y las subsiguientes detonaciones en las unidades 1, 2 y 3”. Hoy sabemos, prosigue Nadal, que esta versión de los acontecimientos es inexacta, falsa más bien, y que el orden de los acontecimientos es importante, no es asunto marginal, “porque si las unidades de la planta fallaron debido al terremoto, la normatividad antisísmica debe ser revisada en todas las plantas, y no sólo la relacionada con riesgos de tsunami”. Las plantas existentes deberían adecuarse a una normatividad más estricta y eso, señala el gran economista mexicano (¿para cuando su candidatura al Premio Nobel?), es sin duda un duro golpe para la industria nuclear. “Una de las implicaciones de estas dos revelaciones (fusión del núcleo y daños por el terremoto) es que los diversos sistemas de la planta sufrieron daños severos que explican la liberación al ambiente de cantidades muy importantes de material radiactivo, tanto en el mar, como en la atmósfera”. Hoy, señala finalmente Nadal, “se sabe que los acuíferos subterráneos corren peligro”.

PS: Haruki Murakami dictó una conferencia de agradecimiento por el Premio Internacional de Catalunya el pasado jueves, 9 de junio en Barcelona. En la plaza de Sant Jaume, la ex plaza de la República, donde está ubicado el edificio de la presidencia de la Generalitat, trabajadores de Alstom denunciaban con razón y rabia su situación. El escritor japonés no se cortó ni un pelo, estuvo a la altura de las circunstancias: la situación actual en Japón ha estado provocada por la obsesión por la eficacia de fabricar energía nuclear. Los japoneses, dijo alzando la voz energicamente, “deberíamos haber continuado diciendo NO a la energía nuclear”. Los 80 mil euros del premio los

destinará a las asociaciones que agrupan a víctimas del terremoto de marzo de 2011.

Notas:

[1] Tomo pie en el artículo de Javier Salas, “Fukushima inclina a los españoles contra las nucleares”. *Público*, 10 de junio de 2011, p. 42

[2] Patricia Baelo, “Merkel pide al Parlamento que apruebe el parón atómico”. *Ibidem*, p. 42

[3] <http://www.jornada.unam.mx/2011/06/08/index.php?section=opinion&article=032a1eco>

[4] Lúdia Penelo, “Hauríem d’haver dit “No” a l’energia nuclear”. *Público*, p. 7 (edició catalana).

[RETORNO ÍNDICE](#)

LAS FALSAS MONEDAS Y PROMESAS DE TEPCO Y EL GOBIERNO JAPONÉS

Tokio no está dispuesta a seguir la senda germana. Ni tampoco la italiana del referéndum. No existe esta vez el eje Berlín-Roma-Tokio. No se habla de consultar a la ciudadanía ni de superar la era atómica sino que “reconoce que deberá refundar su industria atómica” [1]. Refundar, no superar. ¿Por qué? Porque finalmente ha admitido carencias en la gestión de Fukushima, el segundo -o el primero según se mire- “accidente” más importante de la industria nuclear y uno de los más importantes de la era de la industrialización. ¿Qué carencias? Las siguientes:

Empezando por los sistemas de prevención y finalizando por los protocolos informativos. Lo reconoce el mismísimo gobierno japonés abiertamente en un informe entregado a la OIEA, al Organismo Internacional de Energía Atómica

No sólo eso: las autoridades niponas reconocen también que la radiación liberada la primera semana tras el accidente, entre el 13 y el 20 de marzo, fue de 770.000 terabecquerelios, el doble aproximadamente de lo anunciado. Hay más: los núcleos de los reactores 1, 2 y 3 de la central se fundieron por completo mucho antes de que se reconociera lo sucedido. ¡A saber lo que ha pasado realmente!

El Gobierno de Naoto Kan reconoce igualmente que no estaba preparado para un accidente como el que tuvo lugar. Las autoridades admiten que deben revisar por completo las medidas establecidas para hacer frente a eventos de esta naturaleza, normas que no se habían reexaminado en los últimos 20 años. ¿Se les puede creer?, ¿alguien puede confiar en su palabra o en sus declaraciones visto lo visto?

El accidente ha probado por otra parte, según el propio gobierno, que “fallaron estrepitosamente las instituciones que debían vigilar la seguridad de las instalaciones atómicas”. ¿Qué instituciones? La Agencia Japonesa de Seguridad Nuclear, que depende jerárquicamente del Ministerio de Economía, Industria y Comercio, ministerio que se ocupaba esencialmente de animar y jalea a las compañías eléctricas a invertir en energía atómica, con muy fuertes relaciones con las grandes corporaciones niponas. Tepco desde luego entre ellas. La voz de sus amos. El Ejecutivo admite ahora que duelen prendas que se debe fundar un nuevo organismo regulador que pueda desenvolverse con completa independencia “frente a las instituciones dedicadas al fomento de la energía atómica”. ¡Para reír y no parar!

Japón admite, finalmente, que las instalaciones de la planta de Fukushima no estaban preparadas ni diseñadas para hacer frente a un terremoto y un tsunami de las características de los que golpearon la central. ¿Es necesario recordar lo que algunos de sus portavoces, y

algunos de los portavoces de foros de otros países, afirmaron tras el accidente, apenas hace tres meses?

El cuento que quieren que creamos tiene también final feliz: “las autoridades asumen que deberán mejorar también la comunicación en futuros incidentes, tanto para el público y la prensa como entre los distintos organismos dedicados a hacer frente a estos sucesos”. Incidentes, no accidentes. Incluso la semántica está cuidada para la ocasión.

Todos los nudos señalados, todos, habían sido denunciados y criticados por el movimiento antinuclear japonés e internacional desde hace años y en repetidas ocasiones. ¿Quién puede hacerles caso?

Conocemos todas las críticas y no estamos dispuestos a que nos mezan, una vez más, con los mismos cuentos. Nunca más.

PS: Los crían por separado pero suelen juntarse a la perfección: en un dossier de prensa fechado el 7 de junio, el Gobierno francés felicita a su homólogo japonés por la "transparencia" de su información durante la crisis. Han leído bien: por la transparencia de su información. Ni más ni menos. Para morir.

Notas:

[1] <http://www.publico.es/ciencias/380713/japon-admite-carencias-graves-en-fukushima>

[RETORNO ÍNDICE](#)

MÁS SOBRE LAS PROFUNDAS Y CONSTANTES PROLONGACIONES DE LA CATÁSTROFE DE FUKUSHIMA

El autor de *1Q84*, Haruki Murakami, ha estado recientemente en Barcelona para recibir, el 9 de junio, el Premio Internacional de Catalunya. Durante su estancia en la ciudad de los indignados y de un tenaz movimiento antinuclear que no se cansa de proclamar documentadas y airadas verdades, ha declarado que la ciudadanía nipona está habituada a sufrir desastres pero que, en estos momentos, a causa de la crisis nuclear actual vive en un “estado de shock”.

No es para menos. El miércoles 8 de junio las salas de control de los reactores 1 y 2 de Fukushima sufrieron un nuevo apagón de energía eléctrica; las mantuvo inoperativas durante unas tres horas. Otro ejemplo. Tepco, la empresa propietaria de Fukushima, la tercera compañía eléctrica mundial, quiso liberar al océano unas 3 mil toneladas de agua contaminada desde Fukushima Daiichi, una central hermana de la accidentada [1]. Las autoridades políticas japonesas, que esta vez, y esperando que sirva de precedente, estuvieron a la altura de las circunstancias, lo impidieron.

2012 puede traer un apagón nuclear forzoso en Japón, informaba *Público* el pasado jueves [2]. Los 54 reactores nucleares que estaban operativos antes del terremoto del 11 de marzo de 2011 en Japón, tras Estados Unidos y Francia, el país más nuclearizado del mundo, podrían estar parados en 2012. No por decisión de abandonar al unísono y de manea urgente la era atómica sino por distintos motivos.

En la actualidad, están funcionando 19 unidades de los 54 reactores (menos del 40%). A todos ellos, a todos estos 19 reactores, les corresponde realizar paradas de mantenimiento y recarga durante el año próximo. Recordemos por otra parte que tras Fukushima, y no sin vacilaciones, y tras posteriores terremotos, el gobierno decidió cerrar tres plantas atómicas más. Además, informa *Público*, “desde que se desatara la crisis atómica, algunas autoridades locales han optado por mantener sometidos a distintas moratorias a los reactores situados en su territorio”. Este conjunto de circunstancias sumadas podría ser causa del provisional apagón nuclear nipón en 2012.

Según cálculos del Ministerio de Industria, el mismo ministerio que tres días después de la catástrofe de Fukushima declaró que la ciudadanía tenía que entender que si quería vivir como lo estaba haciendo debía asumir esos riesgos inevitables, el frenazo nuclear de los próximos meses costará unos 30.000 millones de dólares a las arcas niponas. La energía atómica japonesa suministraba el 30% de la electricidad del país; la industria funciona, a fecha de hoy, a un tercio de su capacidad.

Tepco marcó un nuevo mínimo histórico en la Bolsa en esta

segunda semana del mes de junio. Se desconocen las inmensas ganancias acumuladas por la corporación hasta la fecha.

PS: La ASN francesa, la CNRA británica y la NRC norteamericana, tres grandes compañías de seguridad nuclear en principio independientes de gobiernos serviles y corporaciones sin escrúpulos, han dejado claro en conferencia de prensa, ha informado Andrés Pérez [3], que van a exigir más dotación presupuestaria para poder efectuar el proceso de revisión de la seguridad de los reactores en profundidad. Explicitaron igualmente que “van camino de exigir a las propias compañías operadoras más dotaciones presupuestarias para que ellas mismas garanticen la seguridad y otros peritajes en sus instalaciones”. Veremos en queda todo esto, vemos ya en qué está quedando la afirmación de una energía barara-barata-compro-lo-barato, y ya vemos desde luego en qué estado queda aquel eslogan publicitado hasta el cansancio de una energía y una industria seguras pasara lo que pasara.

Notas:

[1] Reactores que también tuvieron problemas tras el seísmo de marzo.

[2] Público, 9 de junio de 2011, p. 35

[3] Andrés Pérez, “Las autoridades nucleares piden más dinero para seguridad”. Ibidem, pp. 34-35.

[RETORNO ÍNDICE](#)

ENTREVISTA A EDUARD RODRÍGUEZ FARRÉ.

“FUKUSHIMA: UN CHERNÓBIL A CÁMARA LENTA”².

Miembro fundador en 1977 del Comité Antinuclear de Catalunya (CANC), Eduard Rodríguez Farré es médico especializado en toxicología y farmacología en Barcelona, en radiobiología en París y en neurobiología en Estocolmo. Ha dirigido durante muchos años el Departamento de Farmacología y Toxicología del CSIC en Barcelona. Como experto en toxicología ha asesorado al gobierno cubano en la epidemia de la neuropatía óptica, a la OMS en el síndrome del aceite tóxico y a la Unión Europea sobre la investigación en programas de salud pública y sobre la Encefalopatía Espongiforme Bovina. Actualmente es profesor de fisiología y farmacología del Instituto de Investigaciones Biomédicas de Barcelona (CSIC-IDIBAPS) y miembro del Comité Científico de la Unión Europea sobre nuevos riesgos para la salud. Socio fundador y ex presidente de la asociación Científicos por el Medio Ambiente (CiMA), Eduard Rodríguez Farré es coautor de Casi todo lo que usted desea saber sobre los efectos de la energía nuclear en la salud y el medio ambiente y de ¿Por qué Chernóbil no fue la última advertencia? Está preparando actualmente, La ciencia en el ágora. Seis conversaciones político-científicas.

*

¿Qué pasó en el mes de marzo de 2011 en la central de Fukushima Daiichi?

El accidente de Fukushima fue una concatenación de catástrofes que llevó a la fusión parcial de los núcleos de los reactores y a la emisión de radioactividad en cantidades importantes. No tenemos todavía un mapa completo de la situación. Tardaremos en tenerlo.

¿Cuántos reactores quedaron afectados por el accidente?

Cuatro y, en los dos restantes, que estaban sin funcionar en el momento del accidente, la temperatura también subió peligrosamente. Los reactores, aunque estén parados, aunque no estén produciendo energía eléctrica, deben estar con todas las barras de moderación, de absorción de neutrones, en posición y con la refrigeración en marcha, para que se minimice el incremento de temperatura. Los otros cuatro, como decía, estaban funcionando aunque se desconectaron inmediatamente una vez se produjo el terremoto.

El terremoto, probablemente, destruyó los circuitos de refrigeración de los reactores.

² Publicada en *El Viejo Topo*, mayo de 2011.

Sí, parece que fue así. Debemos tener en cuenta que los circuitos de refrigeración son de grandes dimensiones. Para poder imaginar cuál es la necesidad de agua de una central de este tipo basta pensar en Ascó que tiene sólo dos reactores, no seis, aunque sean un poco mayores que los de Fukushima, y puede llegar a usar toda el caudal del Ebro. El agua que ha pasado por el reactor la dejan caer en cascada dentro de estas gigantescas chimeneas que podemos ver en las centrales para que se enfríe y pueda utilizarse de nuevo. En Ascó, en algunos momentos, no les basta con el agua del Ebro para refrigerar los dos reactores.

La central nuclear que sufrió el accidente está al lado del mar.

Sí, en el Pacífico.

¿Está bien ubicada en tu opinión?

No, esta es una de las cuestiones importantes que han irrumpido. Vayamos por partes. Tenemos el terremoto, el maremoto, que destruye una serie de elementos del sistema de refrigeración, las conducciones, la fontanería para entenderlos. Toda central tiene, evidentemente, un sistema supletorio de bombear agua. La razón es obvia: es el punto más crítico del sistema. Siempre y en cualquier central este es el punto más crítico: si fallan los circuitos de refrigeración, hay que poner bombas auxiliares. Siempre, en principio, son redundantes y, por si falla la corriente eléctrica, las centrales tienen generadores diesel que producen corriente.

¿Qué pasó entonces?

Que quedó alterado todo el sistema de refrigeración, que se interrumpió la corriente que llegaba del exterior porque la misma central, al parar los reactores, no podía suministrar corriente. El primer sistema auxiliar es una toma de corriente exterior que también quedó cortada y el maremoto rompió los generadores.

Aquí, en este punto, se formuló alguna crítica.

Sí, se ha dicho que estos generadores tendrían que haber estado protegidos de un maremoto, en subterráneos o en búnkeres. Estaban en el exterior y quedaron rotos. De este modo falló totalmente la refrigeración. Señalemos también que la mayor parte de los reactores nucleares japoneses, no me atrevería a decir todos pero sí la gran mayoría, están al lado del mar con todos los problemas que tiene el agua marina.

¿Qué problemas son esos?

Los problemas de mayor corrosión de las tuberías, como ha pasado aquí, en Vandellós por ejemplo. Hay que realizar un mantenimiento distinto no sólo por la corrosión del agua marina sino porque se incrustan crustáceos, algas, que entran en las tuberías.

Todo esto, de tanto en tanto, hay que limpiarlo para que circule bien el agua. Por qué se han construido las centrales al lado del mar, cabe preguntarse.

Eso mismo te pregunto. Además, en un país donde es un riesgo que se tendría que prever. No es nada inusual como sabemos la existencia de seísmos y maremotos.

Cuando se calculan los riesgos de un lugar donde hay una instalación que puede ser muy peligrosa, hay que tener en cuenta todas las posibilidades y no sólo en un corto período de tiempo. Los holandeses, que son los más avanzados en estas cuestiones, lo llaman el riesgo secular, el riesgo quincentenario, e intentan incluso calcular el riesgo milenario, pero este último es mucho más difícil. Pero de los últimos quinientos años hay documentos e historia en casi todos los países del mundo, a no ser que sean zonas muy remotas.

Y más en el caso de Japón.

Exacto. Japón tiene una historia de tsunamis y terremotos bien conocida. Está en la falla del Pacífico, en el Circuito de Fuego. La misma palabra “tsunami”, como es sabido, es de origen japonés.

Pero se dijo que fue el maremoto más importante en mucho tiempo.

Sí, pero me parece que ya en los años veinte o treinta del siglo pasado hubo un gran maremoto. La referencia al mayor maremoto o seísmo es de hace unos 140 años. Es lo que ha salido en la prensa: el mayor tsunami de estos 140 años. Hay registros de maremotos muy importantes y en la costa del Pacífico los ha habido. Todos recordamos lo que sucedió en Indonesia no hace muchos años. Fue de este estilo. Allí murieron 250 mil personas porque las infraestructuras en Sumatra son mínimas: zona selvática, muy pocas carreteras, etc.

Pero en Japón ha sido distinto.

Claro. Ha sido un desastre en un país altamente desarrollado, la tercera economía del mundo, hasta hace poco la segunda, con las infraestructuras más actuales y perfeccionadas. La pregunta que uno puede hacerse es la siguiente: por qué en un país en el que hay maremotos y en el que el riesgo secular y el riesgo de quinientos años está bien datado, donde ha habido maremotos con mortandades enormes, por qué, decía, se construye una central nuclear al lado del mar. En los días del accidente leí una nota de la Union of Concerned Scientists, la Unión de científicos concernidos, con análisis muy buenos, documentados, penetrantes. Ellos son gente de primer nivel. Este colectivo señalaba que la razón por la que se han construido en Japón tantas centrales cerca del mar es de orden básicamente económico.

Son así más rentables.

Exacto. Japón no tiene grandes ríos, el agua es más bien un bien escaso. Tengamos en cuenta además que, aparte de los maremotos y terremotos, Japón es un país relativamente pequeño en superficie. Japón no llega a los 400 mil km².

Estamos hablando de una central que está en manos de una gran corporación japonesa privada

Sí, hablamos de TEPCO, su dueño y operador. Es una empresa japonesa de capital japonés. TEPCO, The Tokyo Electrical Power Company, es una de las grandes-grandes corporaciones, la tercera mayor empresa eléctrica del mundo. Es un gran, un enorme lobby y no hay que olvidar que, en Japón, las sociedades anónimas, aunque en las películas lo representen un poco exageradamente, tienen un gran poder. La influencia de las compañías en las decisiones del gobierno es inmensa.

Las informaciones que se dieron sobre el accidente y sobre la construcción de la central sugieren una cascada de dudas.

Efectivamente. La primera de estas dudas: en su documentación dicen que las centrales son resistentes y que han calculado todos los riesgos de los temblores de tierra. Después se sabe que han sido diseñadas para terremotos de 7,5 escala Richter.

Primera falsedad.

Segundo punto: tienen ya problemas, los han tenido, con terremotos que tienen una escala menor, 10 veces menor. Recordemos que la escala de Richter es logarítmica.

Lo cual te hace sospechar que incluso esa información que han dado es falsa o inexacta.

Puede serlo porque la aseveración que hicieron sobre cómo las diseñaron no parece ser cierta.

Tercer punto.

Que estén diseñadas a todo riesgo en una zona que está a nivel del mar, y en un lugar donde se sabe que hay maremotos, es posible técnicamente, es posible hacer unas instalaciones a prueba de un maremoto que tenga 10 y más metros de altura, pero, y esto es muy importante, con un coste increíble, en absoluto rentable económicamente. Es, digámoslo así, un imposible económico. Ninguna compañía, ninguna corporación privada, incluso con ayudas públicas, apostaría por ello. Increíble es pensar que vas a hacer una instalación estanca, resistente a terremotos, resistente a maremotos. Es una locura pensar eso.

La NISA (Nuclear and Industrial Safety Agency) es la

agencia japonesa de seguridad, “nuestro”, con adecuadas y necesarias comillas, Consejo de Seguridad Nuclear. ¿Qué opinión te merece?

La NISA ha estado manejada por TEPCO que es la propietaria de casi todas las centrales de Japón, también de la central que tuvo un accidente en 2007. Como en otras ocasiones, ha sido muy timorata y prácticamente ha estado a los dictados de TEPCO. Cuando se produjo el accidente de 2007 fue la inspección de la Agencia Internacional de Energía Atómica la que desveló que se estaban falsificando los datos, no la supervisión de NISA.

Se oyeron voces próximas a la corporación o al gobierno japonés que hablaron de una zona muy afectada de 20-30 km donde había que ir con mucho cuidado, se recomendó la evacuación, pero, se dijo también, que fuera de esa zona no había peligro o que era mucho menor. Pero, en cambio, la marina Norteamericana prohibió a los pocos días a sus barcos que se acercaran a 80 millas de la costa

Y a una distancia similar por tierra, aparte de recomendar la evacuación, como hicieron Alemania o China. China ha evacuado. Lo de China es increíble, cada vez más. Mira lo poco que se habló de su evacuación de Libia.

Varias veces has afirmado durante estas semanas que lo sucedido en Japón es un Chernóbil a cámara lenta. ¿Por qué?

En Chernóbil también fue por un mal diseño, como sostuvo el que fuera director soviético de Seguridad Nuclear. El diseño era malo. Era un reactor pensado para obtener plutonio, para armas. Están además los experimentos que hicieron. No sólo fue la culpa de los técnicos que estaban en el central en el momento en que ocurrió el accidente. Fue durante unos experimentos, durante unas pruebas de resistencia que hacían, cuando se les fue de las manos todo el sistema. También falló la refrigeración, se empezó a fundir el núcleo y explotó de golpe. Todo fue brusco. El sistema les falló en un momento determinado, empezó a subir la temperatura, se fundió el núcleo, hubo la nube y ya sabemos lo que pasó. Lo que sucedió en el accidente del que estamos hablando y lo que pasó en Chernóbil, mucho de lo que hemos visto, tiene el mismo guión, el mismo escenario, el mismo, la misma cosmovisión de fondo.

¿Puedes describirlo?

De entrada, se negó que hubiera un accidente importante. Se dijo que el accidente estaba controlado, que las dosis de radioactividad eran de 20 microsievets o cantidades semejantes, que eran completamente inocuas, y también corrió la historia que era como hacerse una radiografía, que era totalmente inocuo. Fueron los suecos los primeros que dieron la alarma señalando que había llegado al Ártico una cantidad de radiactividad muy alta (por cierto,

recuerdo que hubo que eliminar toda la cabaña de renos en el norte de Suecia y Finlandia). Después cambió la dirección del viento y empezó a detectarse de otros países. Asistimos también al asunto de los aviones y los helicópteros echando agua, después arrojando cemento y arcilla para bloquear aquello. En el caso de Chernobil, el accidente ocurrió en pocas horas. Las escenas siguientes son las que de nuevo hemos visto en el caso de Japón: negación, después se empezó afirmando que las cifras eran mayores, no se evacuó inicialmente a la gente, se le dijo que se quedaran en casa, luego se empezó a evacuar a gente, aunque aquí, en el caso de Chernobil, la población era mucho menor.

El accidente de Fukushima, también se ha comentado, quizás haya sido más parecido al de la Isla de las Tres Millas.

Sí, tal vez, pero en escala muchísimo mayor. Allí empezó una fusión lenta, empezó a aumentar la temperatura al no tener refrigeración, empezó a perderse agua. Si tú tienes una olla a presión sin válvula aquello acaba explotando. Tuvieron que dejar que saliese el gas, no tuvieron más remedio, que era gas radiactivo. Aunque ahora hayan dicho que es hidrógeno hay un montón de gas radiactivo porque se ha formado por una reacción química entre el agua y otros elementos, y este gas probablemente, salió al exterior, y la explosión rompió la contención. Es diferente en este caso de lo que ocurrió en Chernóbil. Aquí Fukushima también perdió —y sigue perdiendo— agua y se formó una masa radiactiva muy grande que pudo explotar de forma mecánica por la temperatura o pudo permanecer allí. Es lo de la famosa película de “El síndrome de China”, la de Jane Fonda y Jack Lemmon.

Entonces, sin dar pasos arriesgados en el aire, puede afirmarse que hubo fuga radiactiva desde el principio en la central accidentada.

Desde el lunes siguiente al accidente, el 14 marzo ya se detectó. Seguramente la hubo desde el principio. Me he olvidado añadir que en estos reactores, cuando hay que cambiar las barras gastadas, gastadas de uranio se entiende pero que contienen docenas de radioelementos, se ponen en unas piscinas, donde se guardan los residuos radiactivos, que no están blindadas sino que están dentro del recinto, en agua, que también hay que refrigerar y renovar completamente. Al fallar la refrigeración, falló también la de las piscinas en el momento en que se rompió la estructura del edificio.

Son las explosiones de las que hablabas antes.

Exacto. Estas piscinas quedaron al aire libre y ahí, seguro, hubo unas cantidades de radiactividad inmensas que se liberaron.

Incluyendo plutonio.

Incluyendo plutonio.

¿Y qué tipo de elementos más estaban ahí?

Ahí hay docenas de elementos. Hubo, y hay, alrededor una radiactividad inmensa que, para las personas que estaban trabajando allí, era un campo de radiación gamma la primera preocupación. Hay cobalto 60, yodo 131, hay una gran cantidad de elementos de vida corta, por eso están en las piscinas donde se desintegran en 15 días, en un mes, en dos meses, son los más rápidos, por eso los llevan al principio “a enfriar” dicen en jerga atómica, porque al cabo de pocos meses habrá disminuido la radiactividad al desintegrarse los radioelementos de vida corta, pero quedan los residuos de semividas más largas, como el plutonio, algunos de cuyos isótopos tienen miles de años de vida y otros radioelementos que tienen importancia biológica y que tienen vidas medias largas de alrededor de 30 años como en el caso del estroncio 90 o el cesio 137.

¿Cuál es entonces el cuadro de la situación en tu opinión?

El cuadro es que esto va a seguir. ¿Cómo se va a parar? No hay manera de revertirlo. Estos reactores, digan lo que digan, y esto es un punto muy importante, están condenados. Queda la masa fundida del material de los reactores, queda el problema de las piscinas que hay que refrigerarlas (que quizá esto sea más asequible que la refrigeración de los reactores). Pero los reactores, si no se cubren, contienen la masa fundida altamente radiactiva que es irre recuperable y mi impresión es que, finalmente, tendrán que hacer unos sarcófagos como los soviéticos con el riesgo que entraña la existencia de nuevos terremotos. Permíteme hacer un paréntesis político-histórico.

Adelante con él

Como Chernóbil era un asunto soviético, todo aquello era malo, horrible; como esto es de los japoneses, como esto es propiedad de una gran corporación, una de las grandes compañías eléctricas del mundo, como los japoneses son siempre tan perfectos, parece que en este caso lo hicieron, lo están haciendo muy bien, que todo se hace de la mejor posible y que se responden de forma adecuada. Pero, en mi opinión, el problema es similar.

¿Y cuál es el problema para ti?

El problema de fondo es la tecnología nuclear. Como dicen también los miembros de la Union of Concerned Scientists, gran parte de los problemas de Chernobyl fueron también económicos. Aunque fuera en la Unión Soviética, también estaban intentando ensayar cómo ahorrar, como disminuir los costes. Era mucho más barato el reactor tipo Chernóbil que otro tipo de reactores que también existían en la Unión Soviética... y que siguen existiendo. En Ucrania, por

ejemplo.

Vuelvo al tema. Un problema muy importante ha sido la inhalación. Por eso creo que repartieron pastillas de yodo.

El impacto más fuerte de entrada es el yodo 131 que se inhala y se acumula en el tiroides. El tiroides se puede saturar, tiene una capacidad de absorción limitada. Si saturas con yodo normal el tiroides, con pastillas de yoduro potásico, al llegar más yodo, el peligroso, el radiactivo, no se incorporará o se incorporará muy poco. Es el clásico efecto, no solo en Chernobil, sino en otros accidentes más locales que han ocurrido, incluyendo las pruebas nucleares: en los cinco años siguientes aumenta la tasa de cánceres de tiroides que se multiplica hasta por un factor de 10. El riesgo de padecer cáncer de tiroides, sobre todo en adolescentes y en niños, no sólo aumenta sino que se multiplica.

Este es el primer efecto. El segundo.

El segundo es que este yodo enseguida aparece en la leche. El mejor indicador de una contaminación en la cadena alimenticia es la aparición de yodo en la leche. La Unión europea decretó inmediatamente una prohibición temporal de importación no sólo de leche sino de cualquier tipo de alimento que proviniese de Japón. Luego ha dejado que cada país aplique sus criterios, recomendando una vigilancia de los alimentos procedentes de Japón. No hay que alarmar en exceso ni fastidiar a los consumidores de sushi...

Y aparte del yodo hay que pensar en algún elemento más.

En toda la radiación que se inhala puede haber también estroncio 90, cesio 137, plutonio y otros radioelementos.

¿Plutonio?

La pérdida de los reactores, de las piscinas y el mismo núcleo contiene plutonio, pero el reactor que funcionaba con MOX (una mezcla de uranio y plutonio que vende Francia) tenía, obviamente, mucho más plutonio que los otros. Todo esto va a originar distintos modos de afección a medio plazo. También va a pasar a las cadenas alimenticias. El cesio 137 se acumula en el músculo, el estroncio 90 en los huesos, el plutonio inhalado se va al pulmón, se acumula en ganglios y en hueso, y ahí pueden aparecer también a corto plazo, aparte del cáncer del tiroides por el yodo-131 antes mencionado, las leucemias, y además a medio-largo plazo también el incremento de riesgo -no es inexorable, son efectos probabilísticos frente a los determinísticos- de desarrollar tumores y otras patologías. Las dosis altas que están sufriendo los trabajadores tienen efectos determinísticos.

Ahora que hablas de efectos probabilísticos tienes en

cuenta las poblaciones, no individuos.

Es lo que hemos hablado en otras ocasiones sobre los efectos al azar de las dosis bajas, o incluso medias. Depende dónde afecte la radiación puede no pasarte nada o incluso morir la célula (que tampoco tiene repercusiones), pero si la radiación beta o alfa dentro de la célula toca genes que están relacionados con la inmunidad o con los tumores, ahí va a aparecer una patología grave. Pero todo esto es probabilístico. Por eso la forma de decirlo sería afirmar que incrementa el riesgo de la población. En un individuo concreto es imposible saberlo. Incrementa el riesgo de apariciones de cánceres, de problemas inmunitarios y mayor vulnerabilidad de infecciones, de alteraciones del desarrollo y después de los riesgos reproductivos.

¿Riesgos reproductivos?

Este es el otro gran peligro. Es una zona muy sensible. Piensa que en una placa de rayos X hay que proteger los ovarios a las mujeres (aunque a veces no se haga pero habría que hacerlo). Si un óvulo queda alterado y ese óvulo sea el que se fecunda... Los óvulos permanecen toda la vida en una mujer mientras los espermatozoides se renuevan cada 90 días.

Estaba luego el tema del mar.

Exacto. Lo que va al mar, las inmensas cantidades de agua radiactiva vertidas, acabarán acumulándose en los peces a través de las cadenas tróficas. Esto es clásico. No hay que pensar en nada nuevo, es bien conocido.

¿De qué cantidades hablamos? ¿Se puede saber?

No tenemos aún un cuadro fiel. Las dosis pueden expresarse por hora o acumuladas por año. La dosis máxima para la población en general es un milisievert al año -cifra legal, pero cuestionable científicamente-, pero si tú estas sometido a 0,1 milisievert/hora, que esto ya ha ocurrido, en sólo diez horas tienes la dosis del año y si estás en una zona cercana, o no tan cercana, a 20, 30 km o a los 80 km de la recomendación norteamericana, si tú estas sometido a dosis relativamente bajas pero continuas aunque sean de un 0,1 milisievert o 50 microsievert/hora es igual, es cuestión de multiplicar por 24 horas para saber la cantidad, y si en función de días has superado la dosis máxima, se pueden tener efectos muy serios. Y esto, no lo olvidemos, con dosis bajas que ya pueden tener efectos tóxicos, en dosis que pueden estar inicialmente dentro de los umbrales aceptados.

Y frente a eso la población no puede y no pudo hacer nada, no hay ninguna medida...

No puede hacer nada, no nos engañemos.

Huir.

Sí, huir, pero piensa en la población de Japón. Eso que dicen: póngase la mascarita, tape bien las ventanas,... no es suficiente. Lo primero es lo que va a llegar por el aire. Lo segundo es lo que se va a diseminar por el ambiente, que es el problema mayor a medio plazo (días, meses), y esto varía según las condiciones meteorológicas de cada momento. En Tokio bajó algunos días porque se estaba yendo hacia el mar.

Cambio un poco de tercio. ¿Qué opinas de Garoña? Han alargado su vida un par de años más y su tecnología es parecida a la de los reactores dañados.

Es un reactor de General Electric

Qué debería hacerse responsablemente.

En primer lugar revisar. Es muy improbable un movimiento sísmico en esa zona. Pero, como siempre, otra vez aparece el tema de los riesgos seculares o los riesgos en los últimos 500 años. No creo que en Castilla haya terremotos en el valle del Ebro pero no sé las inundaciones máximas que pueda tener o haber tenido el Ebro, hasta dónde puedan llegar porque alguna catástrofe, históricamente, puede haber sucedido. La central está en un valle. Habría que saber qué puede pasar allí, cual ha sido el mayor riesgo histórico. Otro punto es que este tipo de central, según los técnicos, son muy criticadas en el sentido de que la contención es muy débil, muy precaria, el edificio exterior estalla fácilmente como hemos visto en Fukushima.

Eran de la General Electric y en Estados Unidos ya se dijo hace 40 años que conllevaban muchos riesgos.

Sí, así se manifestó la Comisión Reguladora Nuclear. La contención sólo es una, la que rodea al reactor, que no es de un grosor exagerado, y luego está la vasija que me parece que es de pocos centímetros de acero. Los técnicos que conocen el tema dicen que no es ni mucho menos el mejor diseño.

Y esto, curiosamente, ha pasado cuando en España se ha alargado diez años más la vida del reactor de Cofrentes

Que también es de agua hirviendo.

Sí, además, está la ley de energía sostenible y el cambio introducido en la ley gracias a la inestimable colaboración del señor Duran i Lleida, ¿Massimo-Dutti?.

El convergente es muy amigo del átomo (ergo del €), los de Unión ni te cuento. Y encima quieren que los residuos se vayan a Andalucía.

Nosotros, los catalanes, las centrales...

Y los residuos a los andaluces que como no trabajan y viven de subvenciones según el discurso CiU+ERC, pues ya se sabe, cuentan

menos.

Volvamos a Garoña.

Es una central vieja, de un diseño obsoleto, que mientras siga funcionando genera radiactividad. Volvemos de nuevo a la cuestión de la generación de residuos nucleares y a los problemas inherentes. Cuando sucedió el accidente de la Isla de las Tres Millas, no fue por ningún terremoto. La cuestión es la energía nuclear. No todo se puede prever digan lo que digan. Esta es una tecnología en la que pueden suceder muchas cosas y luego, no olvidemos, militarmente son muy vulnerables.

¿Qué sentido tuvo entonces la prórroga de la central de Garoña?

El Gobierno español imitó el modelo de otros lugares como Alemania. El negocio de las nucleares, dejando ahora aparte su construcción, que resulta carísima, consiste en alargar su vida, no en hacer nuevas. Juan Manuel Eguíagaray, un ex ministro de Felipe González, lo explicó con meridiana claridad: si hubo una moratoria en España no fue por razones ecológicas ni de salud sino por motivos económicos: les estaba llevando a un endeudamiento brutal. El interés de la industria nuclear y de las empresas eléctricas es mantener viva una central que ya tienen amortizada, el negocio es redondo.

Un resumen para finalizar Eduard.

El escenario, en el momento en que hablamos, sigue siendo confuso y las falsedades o medias verdades se acumulan. Se intentó minimizar el accidente, se llegó a decir que no había radiactividad cuando en realidad dos o tres días después ya se había detectado contaminación radiactiva en 17 marines de EEUU que estaban patrullando en helicópteros a unos 100 kilómetros de distancia de la central; hubieron explosiones y dijeron que no pasaba nada. Durante tres semanas, la única información que se ha recibido proviene sobre todo del Servicio Meteorológico y Geofísico de Austria, que, afortunadamente, decidió desde el primer día sacar la información a la luz. Tenemos mapas que muestran cómo se ha ido moviendo la nube radiactiva.; en ellos se aprecia que la radiación ha recorrido unos dos tercios del planeta. En varios puntos de Europa ya se han detectado trazas, en España también, aunque en una cantidad ínfima en estos momentos. No puede sostenerse que cuanto más lejos estemos habrá menos problemas. La zona de la central está ultracontaminada, pero a partir de 40 o 50 kilómetros todo depende de las condiciones meteorológicas. Inicialmente, la radiación fue hacia el interior de la isla de Honshu y ahí van a quedar muchos lugares contaminados. Las leucemias, entre otras enfermedades, pueden incrementarse a medio plazo, en cinco años, un plazo que en radiobiología es relativamente corto, porque los efectos son diferidos.

En los primeros meses o años pueden aparecer efectos inmunitarios, por lo que puede desarrollarse cierta propensión a adquirir infecciones, problemas hormonales, problemas de crecimiento en niños. Hay efectos que incluso podrían tardar más de 10 o 20 años en aparecer.

[RETORNO ÍNDICE](#)

EPÍLOGO: “DEMASIADO BUENO PARA SER VERDAD”. JOAN PALLISE

La energía nuclear ha sido derrotada en casi todos los frentes y por ello nos tememos que tan forzada reconversión hacia lo nuclear, quizá debamos reducirla a una especie de “consequentia mirabilis” al estilo de la cínica paradoja que provocó la conversión del agnóstico escritor G. K. Chesterton³.

Desgraciadamente son muchos los que se obstinan en depositar una fe ciega en la ciencia y la tecnología, suponiendo que siempre encontraremos soluciones a los problemas pendientes. Sin lugar a dudas esto constituye una creencia más cómoda, que reconocer los límites y agotamiento de un modelo insostenible. Podemos replicar aquellas vanas y mal fundamentadas esperanzas con una vieja frase que procede de la primera época de la crítica nuclear: sería demasiado bueno para ser verdad (it was too good to be true). La forzada utilización del argumento del cambio climático para asirse al clavo ardiente de lo nuclear, ignorando los múltiples problemas existentes, nos indica que por más le añadan el adjetivo de “no contaminante”, resulta una vulgar excusa que pretende ignorar que tanto el ciclo del uranio, como los problemas del cambio climático, tienen un alcance mundial y por ello, resulta inadecuado un enfoque ceñido exclusivamente a la única etapa del reactor nuclear y, dicho sea de paso, ya se está contribuyendo, ahora y aquí, al incremento de temperatura del entorno al disipar enormes cantidades de calor residual al medio circundante, dado que al situarse su eficiencia alrededor de un 33%, provocamos que de cada tres unidades de energía generadas dentro del reactor, sean disipadas dos unidades en forma de calor al medio circundante y tan solo una unidad resulta útil a la sociedad.

[RETORNO ÍNDICE](#)

³ Una tormenta imprevista hizo refugiar al escritor en una iglesia en el momento que el párroco estaba pronunciaba un enaltecido sermón. El autor intentó analizar su contenido desde un punto de vista racional, si bien a medida que comprobaba el número de disparates que el discípulo del señor pronunciaba, sin que el abnegado auditorio pareciese incomodarse lo más mínimo. Ello condujo a nuestro escritor a la evidente conclusión que tan sorprendente fenómeno sólo podía obedecer al hecho que aquella religión era la única verdadera. La fábula cuenta que a partir de dicho momento se convirtió al catolicismo.

Posiblemente muchos de los nuevos conversos a la energía nuclear, poco dados a informarse sobre el estado y “avances” de la energía nuclear en los últimos treinta años, deben pensar que si son tantos los que la defienden, a pesar de los disparates evidentes, debe obedecer a que esta es la energía verdadera.