



# **¿Por qué Chernóbil no fue la última advertencia?**

Eduard Rodríguez Farré y Salvador López Arnal

Eduard Rodríguez Farré y Salvador López Arnal

***¿Por qué Chernóbil no fue la última advertencia?***



Dominio Público

**Editado por Rebelion.org. Marzo de 2011.**

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

***Para el poeta Jorge Riechmann, a quien  
debemos el título, su amistad, su poliédrico saber,  
su tenaz compromiso y sus permanentes lecciones  
de ternura.***

Quienes hablan, hoy, de seguir construyendo reactores nucleares no han comprendido nada de la tragedia de Chernóbil. Y Chernóbil era, quizá, la última advertencia de la que podíamos aprender, si es que ha de existir en el futuro una humanidad libre sobre una Tierra habitable.

Mi convicción personal es que la única energía nuclear limpia y segura, que hemos de reivindicar sin tregua, es la de las reacciones de fusión que tienen lugar en el interior del sol y nos llegan luego en forma de bendita luz solar que caldea la atmósfera, mueve los vientos y nutre la vida.

Jorge Riechmann (2007)

En agosto de 1945 Ichiro Moritaki era un profesor de la Universidad de Hiroshima. La mañana del día 6 se encontraba con sus alumnos movilizados, trabajando en los astilleros de la ciudad, a 3,7 kilómetros del hipocentro. Todo su cuerpo y rostro quedó cubierto de cristales por la explosión. Quedó ciego de un ojo, pero sobrevivió. "Su horrible experiencia y su condición de filósofo, le hicieron reflexionar y dedicar su vida a impedir la repetición de algo como aquello", explica su hija, Haruko. Durante casi medio siglo, Moritaki, primer presidente de la Asociación de supervivientes de las bombas atómicas de Hiroshima y Nagasaki, "Nihon Hidankyo", dos veces nominada al premio Nóbel de la paz, se sentó una hora en silencio cada vez que en el mundo se realizaba una prueba nuclear.

Lo hizo en 475 ocasiones, la última de ellas en julio de 1993 en vísperas de su muerte, cuando tenía 92 años. Fue uno de los padres del movimiento pacifista y antinuclear japonés, hoy de capa caída.

Rafael Poch de Feliu (2005), "Hiroshima".

# ÍNDICE

PRESENTACIÓN: Chernóbil no fue la última advertencia.

1. El poder del lado oscuro de la fuerza. presiones, falacias e intereses atómico-nucleares.

2. Argumentario antinuclear.

3. Comentario de texto (sin apenas comentarios) sobre una entrevista en la que un profesor de física e ingeniería nuclear aconseja “serenidad a los gobiernos”.

4. Al servicio de los dictados incesantes del insaciable poder núcleo-eléctrico.

5. El baño de Manuel Fraga y los duraderos efectos de un encontronazo atómico.

6. Sobre centrales nucleares, declaraciones inconsistentes y jubilaciones alargadas. ¿claudicante regreso al pasado?

7. La insoportable (y ocultada) impiedad del irracionalismo científico-tecnológico-empresarial.

8. Residuos radiactivos en almacenes temporales centralizados.

9. Fukushima: un Chernobil a cámara lenta.

ANEXO: Entrevista a Eduard Rodríguez Farré (Agencia EFE, marzo de 2011).

EPÍLOGO: Un texto de Manuel Sacristán

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

## PRESENTACIÓN

### **Chernóbil no fue la última advertencia**

Chernóbil no ha sido la última advertencia porque las grandes corporaciones y el mundo de los grandes negocios, los “mercados libres” como suele decirse ahora en una contradicción muy significativa, los nudos centrales de las clases dominantes y hegemónicas del capitalismo global y globalizado, no suelen atender razones, informaciones y advertencias. Lo que cuenta siempre son las cuentas de siempre, es el punto esencial, del engranaje. Para lo demás, los oídos suelen taponarse y la mirada se ciega.

Aunque no del todo desde luego. Dígase lo que se diga, el sistema no tiene una racionalidad suicida. 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 Harrisburg 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, ha señalado Pere Vilanova [1], se cancelaron pedidos de construcción de 124 reactores. Según el profesor de ciencias políticas y colaborador de *Público*, “varios expertos sostienen que las reservas de la iniciativa privada arrancan de antes del accidente, cuando los inversores detectaron sus enormes riesgos económicos”.

Lo sucedido, lo que está 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, algunos reactores pueden cerrarse (la Merkel lo ha hecho), 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.

Que nuestra memoria no sea frágil, que acuñe bien su moneda. Para ello hemos reunido aquí algunos materiales que hemos elaborado en estos últimos meses. Algunos de ellos han sido escritos conjuntamente; otros no. Pero los que llevan autoría única deben su información y sus aciertos (no sus errores) 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.

Ni que decir tiene que este ensayo es un libro de urgencia y el lector/a advertirá ciertas intersecciones no vacías entre algunos capítulos y un estilo netamente mejorable. Pedimos disculpas por ello.

Notas:

[1] <http://www.publico.es/internacional/367096/nucleares-el-fin-de-la-quimera-de-la-energia-segura-y-casi-gratis>

## Capítulo I

### El poder del lado oscuro de la fuerza. presiones, falacias e intereses atómico-nucleares<sup>1</sup>

*Para Gladys del Estal, in memoriam*

#### I. Verano de 2007: secretos y mentiras

Finales de julio de 2007. Un terremoto de intensidad 6,8 golpea la provincia de Niigata, en la isla de Honsu, a 200 km de Tokio y pone fuera de funcionamiento Kashiwazaki-Kariwa, una gigantesca planta nuclear, una de las más grandes del mundo. Nueve personas fallecen y un millar resultan heridas a causa del terremoto. Se destruyen o 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.

El accidente 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<sup>2</sup>, una informadísima periodista especializada en problemas ecológicos y mediambientales, hablaba de más de 1.000 litros de agua radioactiva vertidos al mar<sup>3</sup>, y de fugas de isótopos radiactivos en la zona. Los mismos responsables de la central, después de dudas y vacilaciones, lo admitieron finalmente: el terremoto provocó un desastre. 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, apuntó Forti. Seguimos en esa situación.

Una agencia japonesa divulgó que un centenar de barriles de escoria de baja radiactividad resultaron afectados por el terremoto; otros, sin precisar el número, se desprecintaron. Un portavoz empresarial 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 y también aceptó 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, una ciudad de unos 95.000 habitantes cercana a la central.

El portavoz de TEPCO tuvo que aceptar que los reactores de la central nuclear fueron diseñados para resistir terremotos, pero sólo –insistió- *hasta determinada intensidad*, inferior a la magnitud del seísmo registrada aquel lunes de julio de 2007. Se desplomó con ello uno de los últimos mitos sobre seguridad de la industria nuclear: la creencia científicista de que es posible construir plantas capaces de resistir todo tipo de terremotos.

El ahora ex primer ministro japonés, el conservador Shinzo Abe, declaró poco

---

<sup>1</sup> Papeles de relaciones ecosociales y cambio global, nº 106, verano 2009, pp. 117-141.

<sup>2</sup> M. Forti, que colabora regularmente en el diario italiano *Il Manifesto*, escribió un excelente artículo que tituló: "Japón: el desastre en la central nuclear más grande del mundo acaba con uno de los últimos mitos de la industria nuclear" <http://www.sinpermiso.info/textos/index.php?id=1332>. Traducción de Leonor Març

<sup>3</sup> Cantidad muy alejada del litro y medio de agua radioactiva del que se habló un día después del accidente.

después de lo ocurrido que creía que las centrales nucleares sólo podían ser gestionadas con éxito contando con la confianza de la ciudadanía. Confianza ciega o cegada, quiso decir

En un escrito de Eduard Rodríguez Farré publicado como nota editorial en *mientras tanto* en 1981<sup>4</sup> ya se hablaba de que el secreto y la tergiversación empresarial y gubernamental sobre los riesgos ambientales y sanitarios de determinadas actividades industriales habían sido puestos en evidencia de forma notoria durante un accidente nuclear en otro 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 cien mil 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, unos cien días después. Más tarde se supo que la empresa propietaria de la central, la Compañía Japonesa de Energía Atómica, conocía perfectamente los hechos desde el principio y que hizo todo lo posible para ocultarlos.

Sin olvidar lo ocurrido en Tokaimura en 1999. Este accidente nuclear, 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 solución de nitrato de uranio enriquecido debido a un error humano en su manipulación. Los dos obreros de la central que participaron en el proceso fallecieron al recibir dosis letales. El Informe de los inspectores de la AIEA (Agencia Internacional de Energía Atómica) sobre este accidente<sup>5</sup> constata que se produjo por la manipulación de uranio enriquecido hasta un 19% en U 235 en cantidades tales -16 kg en total- que superaron la masa crítica - algo más de 2 kilos- iniciándose con ello una reacción de fisión. Se consigna igualmente que la planta llegaba a enriquecer uranio hasta un 50%. Una pregunta sin fácil respuesta parece imponerse: ¿para qué enriquecía Japón uranio hasta estos niveles?

Este es, sucintamente, el marco –político, económico, militar, de seguridad, de (des)información a la ciudadanía- en el que se suele mover y proyectar la industria nuclear. Veamos algunas de estas aristas con un poco más de detalle.

## II. Vientos que agitan huracanes y grandes corporaciones

A principios de 2006 existían en el mundo 443 reactores nucleares en funcionamiento. Estaban localizados en 31 países y proporcionaban, aproximadamente, el 16% de la electricidad mundial. Los seis principales Estados productores -Estados Unidos, Francia, Japón, Alemania, Rusia y Corea del Sur- generaban las tres cuartas partes de la energía total. Francia seguía siendo, sigue siendo, el país más “nuclearizado”: en torno al 80% de su electricidad tiene ese origen<sup>6</sup>. Sin embargo, Austria, Noruega, Italia<sup>7</sup>, Portugal, Irlanda y Dinamarca, por ejemplo, no utilizan

---

<sup>4</sup> “El síndrome de Tsuruga (Energía nuclear y violencia institucional)”, *mientras tanto*, nº 8, 1981.

<sup>5</sup> A consecuencia de él, se evacuaron 161 personas residentes a varios centenares de metros de la instalación y se alertó a la población, unos 300.000 habitantes en un radio de 10 Km, para que permaneciese en sus casas

<sup>6</sup> Francia posee en la actualidad 59 centrales en funcionamiento. Son propiedad de EDF, una antigua empresa pública parcialmente privatizada y controlada actualmente en un 85% por el Estado francés.

<sup>7</sup> A principios de julio de 2009, el senado italiano aprobó, por 154 votos a favor, 1 en contra y una abstención, un proyecto de ley que permitirá que Italia pueda volver a la energía nuclear veintidós años después del cierre de sus plantas en 1987, un año después del accidente de Chernóbil. Véase: “Italia vuelve a la energía nuclear 22 años después”. *Público*, 11 de julio de 2009, p. 37.

centrales nucleares en la generación de la electricidad que consumen.

España poseía en 2006 diez instalaciones nucleares. Entre ellas, la central de José Cabrera en Zorita (Guadalajara), que cesó su actividad a finales de abril de ese mismo año<sup>8</sup>, y la de Vandellós I, en Tarragona, en fase de desmantelamiento. Nuestro país cuenta, además, 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).

La situación parecía estabilizada. Sin embargo, lo nuclear ha vuelto a primer plano y aparece frecuentemente, y con intereses no ocultados, en primera página de diarios, revistas y publicaciones. Según la Agencia Internacional de la Energía Atómica (AIEA), dependencia con sede en Viena de la ONU, en ese 2006 había veintitrés reactores nucleares en construcción en el mundo, además de varias decenas de nuevos proyectos y propuestas. Incluso en el vigésimo aniversario de la que sigue siendo inconmensurable tragedia de Chernóbil, se señalaron desde diversas tribunas las numerosas “ventajas” de esta fuente energética. La Administración Bush II, por boca de su Comandante en Jefe, apostó abiertamente por ella, presentándola como energía limpia, ecológica y alternativa a los combustibles fósiles. Seguro y taxativo, con argumentos prestados y envuelto en falsos ropajes ecologistas, el presidente neocon afirmó que su uso no incrementaba la emisión de gases de efecto invernadero.

La energía nuclear intenta renacer en Estados Unidos después de haber estado treinta años sin permisos para nuevas instalaciones<sup>9</sup>. Los poquísimos reactores que han entrado en funcionamiento durante este período fueron autorizados antes del accidente de la central de Harrisburg (Pennsylvania) en 1979. La industria nuclear norteamericana, que genera en torno al 20% de la electricidad del país, lanzó un ambicioso y enérgico plan de acción: cinco nuevos reactores funcionando en 2015, una docena en 2020 y medio centenar en 2050, unos setenta en total, lo que representaría, caso de realizarse, un incremento del 68% respecto a sus 103 reactores actuales<sup>10</sup>. John Rowe, el presidente ejecutivo de Exelon, el mayor productor de energía nuclear de USA, declaró abiertamente, por si las cosas no estuvieran ya claras, que siempre era gratificante tener al presidente del país de parte de uno. Los principales candidatos demócratas a la designación para la presidencia norteamericana en las elecciones de 2008 no manifestaron posiciones contrapuestas en este ámbito. Tampoco el ahora presidente Barack Obama.

A pesar del actual torrente de malos indicadores económicos, senadores republicanos como Lamar Alexander siguen pidiendo una masiva financiación gubernamental para la construcción de reactores. Alexander aspira a que EE.UU. construya unos cien nuevos reactores en los próximos años, aunque el sector privado no los financie o asegure. Activistas ecologistas norteamericanos han rechazado paquetes de garantías de préstamos federales para financiar la construcción de una nueva generación de centrales y siguen produciéndose fuertes batallas para impedir la

<sup>8</sup> Sus propietarios habían solicitado prolongar su actividad más allá de su fecha inicial de cierre que había sido programado para 2009.

<sup>9</sup> El reactor más reciente de Estados Unidos está emplazado en Watts Bar, Tennessee. Empezó a operar en 1996 y se necesitaron 6.900 millones de dólares y 23 años para finalizar su construcción.

<sup>10</sup> No es la primera vez que irrumpen estos planes en la política energética usamericana. Ralph Nader (“La industria nuclear vuelve a la carga”. [www.sinpermiso.info](http://www.sinpermiso.info)) recordaba que en los años setenta, antes de que la opinión pública norteamericana dijera NO a la energía nuclear, la Comisión de Energía Atómica planeó la construcción de 1.000 (¡mil!) plantas de energía nuclear para el 2000. Otras informaciones señalan que durante los próximos meses la Comisión Reguladora Nuclear norteamericana espera recibir unas doce solicitudes de construcción de reactores en siete emplazamientos distintos y que se prepara para considerar otras 15 más en once lugares los próximos años. Si las solicitudes llegar a tener éxito, el número de reactores aumentaría con estas autorizaciones en más de un 30%.

prolongación de reactores viejos como Vermont Yankee e Indian Point de Nueva York. La industria nuclear, también la norteamericana, se aferra desesperadamente a todo el dinero federal que puede conseguir. Después de más de cincuenta años, esa industria, supuestamente puntera, no puede conseguir financiación privada ni seguros de responsabilidad civil, no puede ocuparse de sus peligrosos desechos y no es capaz de demostrar su capacidad de producir “productos nuevos” en un tiempo acordado o dentro de los presupuestos establecidos.

La República Popular de China, por su parte, posee tres centrales en funcionamiento pero pretende poner en marcha en la próxima década treinta nuevos reactores, con los que pretende cubrir la demanda de electricidad que está generando su acelerado, y ciertamente depredador, crecimiento económico. India parece seguir los pasos de su país vecino. Se ha calculado que las nuevas potencias asiáticas emergentes desean construir más de un centenar de reactores de aquí a 2030.

Son conocidos los pronunciamos pro-nucleares del ex ministro británico Tony Blair, especialmente en los últimos años de su mandato. El mandatario laborista ha sido un publicista destacado a favor de la opción nuclear. Marcel Coderch<sup>11</sup> ha recordado que *The Guardian* había informado en julio de 2004 que uno de los ideólogos del ataque y ocupación de Irak había comunicado a un grupo de parlamentarios británicos que Estados Unidos estaba presionando fuertemente a Gran Bretaña para que reconsiderara su opción nuclear y que, en su opinión, el país debía tomar urgentemente decisiones difíciles. Él mismo había luchado y lucharía, dentro y fuera del laborismo, para que la opción nuclear no permaneciera bloqueada en el Reino Unido. No fueron sólo palabras. El promotor de la tercera vía dejó en este ámbito un legado altamente significativo: con la creación del Nuclear Decommissioning Authority, el gobierno británico liberó a la empresa British Nuclear, privada por supuesto, de un gasto de 100.000 millones de euros, el importe que costará a las finanzas públicas el desmantelamiento de las viejas centrales nucleares<sup>12</sup>.

En la Unión Europea, la presidenta finlandesa de la Unión en 2006 decidió también “romper el tabú” y proponer una discusión sobre el futuro de la energía nuclear en las próximas cumbres europeas. “Tabú” era, en este caso, información y saber críticos. Sea como fuere, hay actualmente en construcción diez centrales en Europa: una en Finlandia, otra en Rumanía, cuatro en Rusia, dos en Bulgaria... y ¡dos más en Ucrania!, en el lugar donde se produjo el accidente de Chernobyl. Nueve de ellas en países de la antigua Europa del Este.

Pero no todos los vientos soplan en la misma dirección. En Alemania operan en la actualidad 17 centrales nucleares. El sábado, 4 de julio de 2009, un cortocircuito en un transformador disparó el mecanismo de desactivación de la central de Krümmel, junto a Hamburgo, una de las centrales más antiguas. El incidente ocurrió justo antes de que el reactor volviera a entrar en funcionamiento tras dos años de inactividad por un incendio, también en un transformador<sup>13</sup>. El Ministro del Medio Ambiente, Sigmar Gabriel del SPD, firme partidario del abandono de la energía nuclear, sostuvo que era necesario apagar definitivamente el reactor. Gabriel propuso igualmente que los Estados

---

<sup>11</sup> Marcel Coderch, “Energía nuclear. ¿agonía o resurrección?”. Epílogo de Anna Cirera, Joan Benach y Eduard Rodríguez Farré 2007: 128-129.

<sup>12</sup> En línea consistente con anteriores declaraciones, la presidente del foro nuclear español, M<sup>a</sup> Teresa Domínguez, ha señalado en cambio que todo el programa nuclear español se había hecho sin ayuda del Estado: “No hubo subvenciones, ni créditos, ni ayudas...La energía nuclear no recibe ayudas del estado.” (*Público*, 3 de julio de 2009). Vivir y leer para creer.

<sup>13</sup> Andrés Blumenkranz, “El debate nuclear resucita en Alemania”. *Público*, 7 de julio de 2009, p. 33. La canciller Angela Merkel contradujo a su ministro e insistió en su confianza en el funcionamiento de las instalaciones nucleares en Alemania.

federados renunciaban al control de sus centrales para tener una administración unificada bajo la dirección ejecutiva de una agencia federal y consideró la posibilidad de obligar a cerrar por ley las centrales más antiguas. Socialdemócratas y verdes alemanes acordaron, cuando gobernaron conjuntamente desde 1998 a 2005, el abandono gradual de esta fuente energética.

Sin embargo, las presiones de las grandes multinacionales del sector empiezan a tener sus efectos, especialmente en países emergentes que en su momento coquetearon con lo nuclear aunque posteriormente aparcaran el desarrollo del sector. El gobierno de Lula ha decidido resucitar su programa nuclear tras 20 años de parón y poner en marcha el reactor Angra 3<sup>14</sup>, con una inversión de 2.700 millones de euros y una capacidad de producción de 3.000 megavatios, que se sumará a sus dos reactores de enriquecimiento de uranio en Angra 1 y Angra 2. Si fuera necesario, según el propio presidente brasileño, se construirán en Brasil más centrales porque la nuclear es, en impropia afirmación de un dirigente socialista informado, “una energía limpia y segura”.

El Foro Nuclear Español por su parte, en su persistente defensa de la energía nuclear, recuerda día sí, otro también, que ésta es la única fuente que en España puede suministrar grandes cantidades de energía, con bajo consumo de combustibles fósiles y sin emitir contaminantes atmosféricos. Analistas del Foro han calculado, y publicitado con extrema generosidad, que las centrales nucleares españolas han evitado la emisión anual de 40 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>. En este falsario e interesado canto verde de la energía nuclear suele olvidarse la gran cantidad de residuos radioactivos peligrosos que se generan y sus decenas de miles de años de vida. No es ésta la única falacia que esgrimen en sus argumentaciones, veremos otras, pero hoy es una de las aristas esenciales de la nueva saga de su tenaz combate.

El ex primer ministro Felipe González declaró, y volvió a insistir en ello a propósito de la central de Garoña, que había tomado la decisión de la moratoria nuclear hacía ya un cuarto de siglo por problemas de seguridad y por el “agobio y sobrerresponsabilidad” que suponía la eliminación de los residuos radiactivos, pero que le parecía *imprescindible* reabrir el debate de la energía nuclear cuyo desarrollo, por lo demás, le parecía *imparable*.<sup>15</sup>

José María Fidalgo, el ex secretario general de las CC.OO., declaró en 2007, en el campus de la fundación FAES, un escenario ajustado para ello, que era necesario fijar un nuevo mix energético en el que se integrara la energía nuclear que seguía siendo un prejuicio para el consenso progresista sobre el medio ambiente: no se podía prescindir de ella, sostuvo, ya que en España las energías alternativas no eran suficientes. “Ni moratorias ni nada; hay que dar a la nuclear su lugar en el mix energético”, esa fue la socorrida y nada original tesis defendida por el ex responsable confederal de un sindicato obrero.

El ex presidente del Foro de la Industria Nuclear Española, Eduardo González Gómez, ha señalado por su parte la necesidad de apoyar el uso de la energía nuclear sin dogmatismos y con realismo<sup>16</sup>. Había que discutir pragmáticamente –la palabra

<sup>14</sup> Además de invertir en armamento nuclear: el gobierno de Lula, con el apoyo del ejército brasileño, pretende fabricar un submarino nuclear para el que se han destinado hasta la fecha unos 400 millones de euros.

<sup>15</sup> En opinión del señor González Márquez las circunstancias han cambiado radicalmente: incremento de la seguridad, mejora de las instalaciones y avances sustanciales en la gestión de los residuos son los vértices por él apuntados. En qué consistían esos cambios sustanciales no fue concretado por el ex primer ministro; tampoco fue probado que fueran realmente sustanciales.

<sup>16</sup> “Dogmatismo” significa aquí documentación y posiciones críticas de los otros y “realismo” es sinónimo de girar nuevamente la noria de la historia sin pretender alterar en lo más mínimo el marco y el campo de juego de los grandes poderes. Curiosamente, Eduardo González Gómez pide que se apoye sin prejuicios ni dogmatismos lo que precisamente para él es un dogma indiscutible: que el funcionamiento continuado

muletilla es usada con insistencia- cómo vamos a utilizar la energía nuclear, más que “insistir en el abandono de una tecnología que permite y permitirá ayudar a resolver los retos energéticos futuros”. Todas las fuentes serán necesarias, también la atómica, que debe seguir siendo una de las bases del sistema dado que su coste de 15 euros megavatiohora era cuatro veces inferior al precio marcado en el mercado diario, evitando la emisión de 45 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> (las cifras del Foro no siempre coinciden con exactitud), disminuyendo nuestra dependencia energética exterior y ahorrándonos en nuestra balanza comercial unos 3.000 millones de euros. En síntesis: Energía BLN: barata, limpia y nacional. El representante del Foro Nuclear reclamaba la instalación, durante el período 2008-2020, de 15.000 megavatios (MW) de potencia en centrales nucleares en España para garantizar el suministro energético español.

No sólo desde la industria, y organizaciones políticas afines, se proclama la necesidad de lo nuclear. Lo cultural, como señalara Antonio Gramsci, da cohesión al sistema en su conjunto. Patrick Moore, el presidente y dirigente de Greenspirit Strategies de Vancouver, fundador de Greenpeace y ex miembro de la organización, anunció su cambio de opinión<sup>17</sup>. Si hace treinta años creía que la energía nuclear era sinónimo de holocausto, Moore<sup>18</sup> sostiene ahora que es quizá el mayor avance científico de la historia y que es la única fuente de energía no emisora de gases invernadero que puede reemplazar con efectividad a los combustibles fósiles, satisfaciendo al mismo tiempo, y sin correcciones en este punto, la creciente demanda mundial de energía. Por lo demás, curioso vértice argumentativo, el doctor Moore ha señalado, y ha pretendido razonar con ello, que debíamos perder nuestro temor a la energía atómica dado que “en medicina se utilizan materiales radiactivos para diagnosticar y tratar a millones de personas cada año, y no pasa nada”<sup>19</sup>.

James Lovelock, por su parte, uno de los científicos partidarios de la idea de Gaia, cree también que la energía nuclear es la única manera de evitar un cambio climático que sería desastroso para nuestro planeta<sup>20</sup>. Stewart Brand, un reconocido

---

del parque nuclear español es la primera y mejor opción para obtener un suministro eléctrico seguro, competitivo y respetuoso con el medio ambiente, y por ello una prioridad para el país y para nuestra economía. Hacer pasar la defensa de esos intereses por análisis desprejuiciado es, probablemente, una pretensión desmesurada.

<sup>17</sup> Por ello es usualmente acogido como estrella de cierre en encuentros y conferencias por foros y agrupaciones nucleares de todo el mundo. Fue el 25 de junio de 2009, una semana antes de la decisión gubernamental sobre Garoña, cuando realizó su última visita a España invitado por el Foro Nuclear. Ni que decir tiene que el doctor en ecología por la Universidad de Columbia Británica pidió la prórroga por diez años de la central y predijo que si el gobierno de Rodríguez Zapatero persistía en su política antinuclear aumentaría el número de parados en España y se incrementaría el precio de la electricidad hasta límites insostenibles para la industria.

<sup>18</sup> Carlos Bravo de Greenpeace señalaba oportunamente en una entrevista [-http://www.rebellion.org/noticia.php?id=87963-](http://www.rebellion.org/noticia.php?id=87963) que si bien Patrick Moore fue efectivamente uno de los fundadores de Greenpeace en 1971, hace más de 25 años que dejó de ser parte de la organización ecologista. De forma escasamente coherente con sus planteamientos iniciales fundó una consultora ambiental que se ha dedicado desde entonces, sostenía Bravo, a defender, entre otras cosas, la matanza de focas, la tala a matarrasa de bosques primarios en Canadá, la energía nuclear como solución al cambio climático, al tiempo que, en otros lugares niega o minimiza, según convenga, la existencia de este problema. Es lamentable, señalaba también Bravo, que Moore “siga usando todavía, más de 25 años desde que se vio forzado a dejar Greenpeace, su condición de antiguo miembro de la organización para elevar su caché y conseguir charlas pagadas por los lobbies y/o grupos empresariales que impactan sobre el medio ambiente y luego tratan de lavar su imagen usando a este tipo de mercenario. Y más patético aún que el Foro Nuclear use a este tipo de personas que se han cambiado de chaqueta con el propósito de confundir a la gente sobre lo que piensan los grupos ecologistas”.

<sup>19</sup> Manuel Ansedo: “El fundador de Greenpeace que se hizo pronuclear”. *Público*, 26 de junio de 2009, página 37.

<sup>20</sup> Sobre este punto, véase la excelente y equilibrada refutación de Jorge Riechmann en su prólogo de:

pensador ecologista holístico, ha afirmado igualmente que el movimiento verde debe aceptar la apuesta nuclear para reducir nuestra dependencia de los combustibles fósiles contaminantes.

Bien miradas las razones expuestas por personas y grupos pronucleares no son muy distintas de las que se esgrimían hace ya más de 30 años. También son similares las falacias cometidas. Abundan, eso sí, los toques de (post)modernidad: lo nuclear es bueno porque reduce la dependencia del petróleo y del gas natural, porque no emite dióxido de carbono, porque permite cubrir las necesidades crecientes de electricidad, porque las centrales son seguras y baratas, obviando por supuesto el problema -que sigue siendo irresoluble- de los residuos radiactivos, la gravedad de los accidentes en centrales, como demostró Chernóbil para siempre, o que las reservas de plutonio “civil”, producto generado por la industria nuclear, superan ya las 230 toneladas, una cantidad que dobla el contenido de 30.000 cabezas nucleares. A pesar de ello, se siguen incumpliendo los compromisos que se asumieron con el Tratado de No Proliferación<sup>21</sup>.

Más de veinte años después de Chernóbil, sólo el 12% de los ciudadanos europeos apoya el uso de la energía nuclear, cifra que en algunos países como España se reduce al 4%<sup>22</sup>. Si la historia, la información contrastada y la ciudadanía cuentan realmente, estos datos, que reflejan reiteradamente el sentir de la opinión pública europea, deberían contar. En oposición a argumentos publicitarios, pletóricos de defensas interesadas, los partidarios de lo nuclear deberían admitir que esta energía sigue siendo cara, peligrosa e innecesaria. Las energías preferidas por los ciudadanos europeos son la solar y la eólica.

Nuevamente, en los grandes medios de comunicación y persuasión, mientras se silencian o se sitúan en un plano secundario las posiciones de los críticos<sup>23</sup>, sólo se pueden expresar abiertamente el poderoso sector de los pronucleares, algunos de cuyas posiciones son tan poco sólidas que han merecido este enérgico apunte de Marcel Coderch: un plan de construcciones nucleares que tuviera como finalidad eliminar los combustibles fósiles de la generación eléctrica sería totalmente inviable puesto que requeriría la construcción (esta sí en verdad quimérica) de una central cada dos días durante los próximos 25 años, sin que haya en el mundo, según los estudios realizados hasta el momento, uranio suficiente para su funcionamiento y sin saber dónde podría almacenarse los centenares de miles de toneladas de residuos que tal situación generaría. Sería ciertamente viable duplicar la capacidad nuclear, pero con ello tan sólo evitaríamos, si se comparase con la generación equivalente de gas natural, un 8% de las emisiones de dióxido previstas para 2050.

A pesar de ello, exigencias nucleares se airearon sin tapujos en el reciente debate sobre la central de Santa María de Garoña.

---

Rodríguez Farré y López Arnal 2008.

<sup>21</sup> Firmado por vez primera en 1968, el tratado restringía a los cinco países miembros permanentes del Consejo de Seguridad de la ONU -Estados Unidos, Reino Unido, Francia, Unión Soviética-Rusia y China- la posesión de armas nucleares, estados, todos ellos, que están desarrollando programas para modernizar sus arsenales nucleares, al mismo tiempo que, paradójicamente, presionan a países como Irán para que pongan fin a su programa de enriquecimiento de uranio o a Corea del Norte para que anule su, digamos por comparación, “pequeño” arsenal nuclear.

<sup>22</sup> Una de las instituciones más desprestigiadas en nuestro país sigue siendo el Consejo de Seguridad Nuclear. Muchos ciudadanos, incluyendo técnicos y científicos que trabajan en sus instalaciones, han desconfiado por razones muy atendibles de las resoluciones que han tomado sus máximos dirigentes en los últimos años.

<sup>23</sup> Posiciones que cuando son tratadas con cierta cortesía, que no es siempre, son descalificadas por utópicas aunque bienintencionadas. La ensoñación, se apunta, es fruto de la falta de documentación y realismo científicos y por una alegre (y desinformada) apuesta antropológica de matriz rousseauiana por la bondad y austeridad de la especie humana.

## II. El color -la fuerza y los procedimientos- del dinero

Con argumentos poco hilvanados, con desinformaciones o informaciones sesgadas, con falacias de bulto, con presiones directas y abiertas, o ocultadas cuando interesa, los poderes nucleares consiguen resultados. La reciente renovación<sup>24</sup> de la explotación de la central nuclear de Santa María de Garona enseña sobre ello.

El Gobierno de José Luis Rodríguez Zapatero ha cedido ante las fuertes<sup>25</sup> y, en este caso, públicas presiones del poderoso lobby nuclear (las multinacionales Iberdrola y Endesa son las propietarias de la central), con vértices y representantes en su propio gobierno, y en la tarde de 2 de julio de 2009 sus ministros de Industria<sup>26</sup> y Trabajo dieron cuenta de su decisión de prorrogar hasta 2013 la licencia de la central de Garoña. La decisión, anunciada tres días antes de que expirara el permiso de explotación, parecía contradecir lo previamente afirmado por el Presidente del Gobierno sobre el cierre, en 2011, en el Senado, en el Congreso y en medios de comunicación, incumpliendo además, o dejando entre paréntesis cuanto menos, su compromiso electoral de abandonar la energía nuclear y dando un paso atrás en la consecución de un modelo energético sostenible basado, esencialmente, en las energías renovables, el ahorro energético, la eficiencia energética y en el tránsito por razonables senderos no desarrollistas que asuman, republicanamente, que es posible vivir mejor con menos<sup>27</sup>.

Numerosas organizaciones ecologistas han recordado que Garoña es una central nuclear obsoleta<sup>28</sup>, diseñada en los años sesenta siglo pasado, inaugurada por el general golpista Francisco Franco en 1971, existiendo pocas experiencias previas de centrales en funcionamiento con más de cuarenta años de actividad.

Prueba de su deterioro y envejecimiento, es que el reactor nuclear de Garoña está afectado por un fenómeno destructivo denominado agrietamiento por corrosión bajo

<sup>24</sup> El primer gobierno José M<sup>a</sup> Aznar, con el apoyo parlamentaria de CiU, cambió la legislación en 1996 para hacer posible que las prórrogas de la vida útil de las centrales pasaran de ser anuales o bianuales a concederse por diez años.

<sup>25</sup> Según Gonzalo López Alba, el mismo presidente del gobierno explicó que, durante las semanas previas a la decisión tomada el 2 de julio sobre Garoña, las empresas del sector eléctrico demostraron tener una gran capacidad de presión sólo equiparable a la usualmente efectuada por al sector financiero (*Público*, 7 de julio de 2009, p. 16).

<sup>26</sup> La Coordinadora española de Organizaciones Contrarias a la Energía Nuclear criticó al Ministro de Industria Miguel Sebastián por mentir en el Senado o hablar sin suficiente conocimiento de causa, al afirmar refiriéndose a Garoña que “[...] *con las centrales nucleares ocurre un poco como con las personas, que algunas, con 20 o 30 años, tienen achaques y otras con 50 o 60, están estupendas*”. Según la propia Organización Internacional de la Energía Atómica las dos centrales nucleares más antiguas aún operativas, Oldbury-A1 y Oldbury-A2, en Gloucestershire, Reino Unido, tienen 41 y 42 años de operación respectivamente. La central de Garoña fue diseñada para una vida de 40 años, y alcanzará los 42 si no se rectifica la decisión ampliando la prórroga. El mismo ex ministro y vicepresidente de la Fundación Ideas Jesús Caldera, que llama “cierre” a lo que obviamente ha sido una prórroga de cuatro años, ha recordado que la edad media de las 117 centrales cerradas en el mundo hasta la fecha es de 22 años (Jesús Caldera, “Sobre el cierre de Garoña”, *Público*, 4 de julio de 2009, p. 5). La prórroga otorgará unos beneficios de unos 1.000 millones de euros a las empresas propietarias, unos 250 millones anuales.

<sup>27</sup> Joaquim Sempere, autor de *Mejor con menos. Necesidades, explosión consumista y crisis ecológica*, señalaba sobre lo nuclear el 2 de julio de 2009 en entrevista con *La Vanguardia* -<http://www.sinpermiso.info/textos/index.php?id=2684>- “LV: ¿En qué sentido? JS: *Invirtiendo dinero en energías renovables: eólica, solar fotovoltaica, solar térmica...* LV: Y nuclear, señor Sempere. JS: *¡No! Es una herencia ruinosa para nuestros hijos y nietos: cada euro invertido hoy en energía eólica produce lo mismo -y sin residuos ni riesgos, e indefinidamente- que cada euro invertido en energía nuclear*”.

<sup>28</sup> Con 38 años de antigüedad, la central de Garoña es la única central de "primera generación" que sigue en funcionamiento en España. Sólo en el primer semestre de 2009 ha sufrido nueve incidentes, algunos de los cuales sólo se han conocido públicamente cuando Ecologistas en Acción y Greenpeace los han dado a conocer.

tensiones (Stress Corrosion Cracking, SCC). Este fenómeno, como recordaba Carlos Bravo<sup>29</sup>, ha producido el agrietamiento generalizado de unos elementos denominados “manguitos”, que están soldados al casquete inferior de la vasija del reactor, formando conjuntamente una unidad estructural. La prueba de que nos enfrentábamos a un problema de envejecimiento muy preocupante, proseguía el representante de Greenpeace, era que el deterioro se había producido de una manera progresiva, continuada e intensa a lo largo de sus 38 años operativos. Conocida como la “central de las mil y una grietas”, su vida útil<sup>30</sup> estaba más que agotada. Los graves problemas de agrietamiento por corrosión que afectan a diversos componentes de la vasija del reactor y del resto del circuito primario, problemas de gran calado imposibles de solucionar a los que hay que sumar los continuos errores humanos en el funcionamiento de la central, hacen que su cultura de seguridad pueda calificarse de “muy deficiente”.

El Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), una de las piezas claves en todo este debate, la institución que se ha mostrado favorable a prolongar diez años más la vida de Garoña, envolviendo su decisión en asépticos ropajes técnicos, punto esencial para explicar la actitud de los sindicatos y del comité de empresa de la central, es en principio un cuerpo de asesoría e intervención político-tecnológica, teóricamente independiente del Gobierno y la industria nuclear, a la que regula y debe controlar, que debe rendir cuentas ante el Parlamento. Su misión, por ley, es proteger a los trabajadores, a la población en general y al medio ambiente de los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes, debiendo conseguir que las instalaciones nucleares y radiactivas sean usadas por sus propietarios de forma segura, “y estableciendo las medidas de prevención y corrección frente a emergencias radiológicas, cualquiera que sea su origen”.

Es un órgano colegiado dirigido por cinco consejeros, designados por los partidos políticos mayoritarios y cuyo nombramiento debe pasar por la Comisión de Industria del Congreso. Su composición ha sido siempre: dos consejeros elegidos por el PSOE, dos por el PP<sup>31</sup> y uno por CiU. La realidad del consejo es que es una instancia pronuclear, que además actúa como tal, supeditado a los intereses de la industria y las compañías eléctricas. A su lamentable actuación en 2004-2005 en el caso del accidente de Vandellós-2 con la rotura del sistema de refrigeración de aguas esenciales<sup>32</sup>, a su vergonzante comportamiento en el caso, desvelado igualmente por Greenpeace, del escape radiactivo de Ascó-1 en 2007-2008, cabe sumar el origen profesional (sector nuclear y compañías eléctricas, básicamente) y las tendencias ideológicas pronucleares de la mayor parte de los Consejeros actuales y pasados del CSN. Su presidenta, desde 2005, es Carmen Martínez Ten<sup>33</sup> quien se incorporó al Consejo como jefa de gabinete.

<sup>29</sup> Véase la entrevista de Salvador López Arnal con el responsable de energía de Greenpeace (de finales de junio de 2009): <http://www.rebellion.org/noticia.php?id=87963>

<sup>30</sup> La indefinición jurídica del concepto es una de las grietas usadas por el lobby nuclear para su ofensiva tras la decisión gubernamental. Felipe González, el ex Presidente del Gobierno, se ha referido a que el programa electoral del PSOE habla de cerrar las nucleares “*al final de su vida útil*”, y que ese concepto, al no estar concretado numéricamente, puede ser interpretado de diversas maneras. Él lo interpreta, claro está, de 60 o más años. En realidad la vida útil de un reactor nuclear ronda los 25 años. La vida media de los 117 reactores cerrados hasta ahora en el mundo ha sido de unos 22 años. En Alemania, por ejemplo, se ha fijado la vida útil en 32 años para cada reactor.

<sup>31</sup> Isaac Rosa (“Una fuga que no radiactiva“ *Público*, 2 de julio de 2009, p. 8) ha recordado un lema de la campaña de las Nuevas Generaciones de Valladolid: “En Garoña no hay ni peces con tres ojos ni niños con tres cabezas, sino una energía limpia, segura y barata”. Así de informados se muestran los jóvenes y desarrollistas leones del PP y sus agencias publicitarias.

<sup>32</sup> La entonces presidenta, María Teresa Estevan Bolea, maquilló, es decir, falseó, un informe sobre los riesgos de la fuga de Vandellós II.

<sup>33</sup> Carmen Martínez Ten fue miembro de la Ejecutiva del PSOE, colaboró en la confección de programas del partido en tiempos de Felipe González y adquirió predicamento como luchadora feminista en los años

Poco después de la decisión gubernamental sobre Garoña, remitió un informe al Congreso asegurando que no habrá parón nuclear en nuestro país<sup>34</sup>.

Las razones esgrimidas por los movimientos sociales y ecologistas para defender el cierre de Garoña se han ido acumulando: evitar el riesgo de un accidente nuclear en la central de consecuencias desastrosas; acabar con las emisiones radiactivas, nocivas para la salud humana y el medio ambiente, que Garoña emite rutinariamente contaminando la atmósfera y el Ebro; dejar de producir residuos radiactivos de baja, media y alta actividad, con el objetivo de evitar agravar este problema sin solución; conseguir que la central deje de ser un *monocultivo industrial* en el Valle de Tobalina, apuesta que impide de hecho un desarrollo económico sostenible en la zona; escuchar a una ciudadanía movilizada e informada que reclama su cierre y, finalmente, en este rápido resumen, eliminar el obstáculo que supone la energía nuclear para poder avanzar y alcanzar un modelo energético 100% renovable y eficiente<sup>35</sup>.

La posición de María Teresa Domínguez, la actual presidenta del Foro Nuclear y ex directora de Reactores Avanzados para la gestión de todos los proyectos de desarrollos nucleares como los Programas Marco de la Unión Europea y de Estados Unidos, fue nítida: “Con todo lo que no sea los diez años que habíamos solicitado, no estamos de acuerdo. Nosotros no improvisamos y nos habíamos preparado para estos diez años de forma sólida con los estándares de otros países que ya han tenido esos diez años... Todo el programa nuclear español se ha hecho sin ayuda del Estado. No hubo subvenciones, ni créditos, ni ayudas... La energía nuclear no recibe ayudas del estado”<sup>36</sup>. La posición del ex primer ministro español Felipe González, la misma tarde de 2 de julio de 2009, no estuvo muy alejada de lo defendido por el Foro Nuclear y contiene además una remarcable arista político-jurídica: había que mantener abierta Garoña diez años más, señaló el asesor de Carlos Slim, ya que la única instancia (sic) que tiene autoridad legal y técnica para determinar la utilidad de la central y durante cuanto tiempo es el CSN, es decir, un organismo dominado por fuerzas pronucleares cuyos informes favorables no son vinculantes.

Ni que decir tiene que el lobby nuclear español ha manipulado todo lo que ha podido, y algo más, a los trabajadores de la central en defensa de sus intereses económicos. El pasado 23 de junio de 2009, Carlos Bravo recibió por error un mensaje de correo electrónico del Foro Nuclear que animaba a participar en la concentración de trabajadores de la Central de Garoña convocada en las puertas del Congreso de los Diputados para apoyar la continuidad del funcionamiento de la central hasta 2019. El mensaje señalaba: “*Os agradecemos que, en la medida de lo posible, acudáis a esta convocatoria y favorezcáis que las personas del sector acudan, ya que se trata de una medida de apoyo a la supervivencia, no solo a la central, sino del conjunto del sector nuclear español*” [el énfasis es del propio representante de Greenpeace]. Claridad y

---

ochenta en nuestro país.

<sup>34</sup> Luis Díez, “Del feminismo a la energía nuclear”. *Público*, 7 de julio de 2009, p. 6.

<sup>35</sup> Carlos Bravo, responsable de Energía de Greenpeace en España, ha apuntado <http://www.rebellion.org/noticia.php?id=87963> - que sin la central nuclear de Garoña el suministro eléctrico español seguiría estando totalmente garantizado: en 2008 los intercambios internacionales de electricidad de España se saldaron con la exportación neta de una cantidad equivalente a tres veces la producción eléctrica de la central. La contribución energética de Garoña es escasa (el 1,2% del total, en 2007) y está sobradamente compensada por la aportación de las energías renovables. Estas aportaron en 2007 un 23% del total de la electricidad generada (un 3% más que todas las centrales nucleares juntas). De hecho, el incremento de la producción de electricidad renovable en 2007 con respecto al 2006 supuso casi el doble de la aportación de la central nuclear de Garoña en 2007. Tampoco, añadía Bravo, hay obstáculos económicos para su cierre pues la central de Santa María de Garoña, con 38 años de funcionamiento, está ya más que amortizada desde hace años.

<sup>36</sup> *Público*, 3 de julio de 2009.

distinción de las ideas, como quería Descartes.

En línea con el PP y las fuerzas pro-nucleares (recuérdese que FECSA-Endesa es copropietaria de la central), Convergencia i Unió, por boca de Josep Sánchez Llibre, ha señalado que la decisión tomada, la prórroga de la central por cuatro años más, es una bomba en la línea de flotación de una de las palancas más importantes de la política industrial española y, anunciando o amenazando con futuros pactos políticos, que esa mala decisión podrá ser reversible a partir de 2012 en función de quien estuviera en el gobierno central. Francisco Velasco, profesor de Derecho administrativo, Universidad Autónoma de Madrid, ha señalado el sendero legal que podría utilizarse para ello: la ley 30/92 del régimen jurídico de las Administraciones públicas y del procedimiento administrativo común probablemente permitiría al futuro Gobierno revocar el supuestamente irreversible cierre de la central en 2013<sup>37</sup>.

El PP, por su parte, por boca de su portavoz de Industria, Antonio Erias, consideró que hay margen para potenciar las centrales existentes y, a principios de julio, superando ambigüedades de su programa electoral, planteó aumentar del 18 al 30% el peso de la energía nuclear en la totalidad de la producción energética española<sup>38</sup>. Ni más ni menos que un aumento del 75%. ¿Cómo? Mediante la instalación en las centrales ya existentes de reactores de nueva generación. Producir más generando los mismos residuos, señaló.

No es el único caso de seguimiento, vacilación o neta apuesta por lo nuclear. Como se señaló, treinta años después del accidente nuclear en la central de Three Mile Island<sup>39</sup>, que detuvo la construcción de nuevos reactores en Estados Unidos, la Administración Bush II abogaba por la reactivación de la energía atómica con el fin de reducir la dependencia energética del país. Según el Instituto de la Energía Nuclear de EEUU, para que la energía atómica tenga su parte en el balance general del país, se deberían construir tres reactores cada dos años a partir de 2016. La actual administración de Barack Obama, que ha excluido del presupuesto nacional la construcción de un lugar de enterramiento de residuos en las montañas de Nevada, por boca de su secretario de Energía ha indicado que reunirá a expertos para elaborar un plan a largo plazo. No hay más precisiones ni compromisos hasta la fecha.

En Europa, Ana Palacios y del Valle Lersundi, ex ministra de Asuntos exteriores del gobierno Aznar y vicepresidenta del grupo francés de tecnología nuclear Areva desde junio de 2008, ha defendido la energía nuclear como alternativa energética al cambio climático justificando, en un confiado y científicista brindis al sol, en que ya habrá solución en el futuro a los residuos radioactivos. Con la tecnología actual,

---

<sup>37</sup> Ese próximo gobierno podría pedir al CSN en 2012 un nuevo informe de urgencia sobre las condiciones de seguridad de Garoña en aquella fecha, permitiendo entonces la puesta al día de las mejoras, entre ellas el sistema de tratamiento de gases, pudiendo permitir de este modo la prórroga hasta 2019. Sea como fuere, no es altamente probable, sin poder descartarse, que la amenaza esgrimida se convierta en acción de gobierno: los riesgos político-electorales asumidos en caso de accidente en la central serían abisales. Por lo demás, el gobierno Zapatero se ha comprometido a trabajar política y jurídicamente por hacer irreversible la decisión con la nueva Ley de Economía Sostenible.

<sup>38</sup> “El PP propone duplicar el peso de la energía nuclear”, *Público*, 8 de julio de 2009, p. 19.

<sup>39</sup> En EEUU, como se señaló, no se ha construido ningún reactor nuclear desde este accidente, ocurrido el 28 de marzo de 1979 en la central de Harrisburg (Pensilvania): se produjo una fuga del agua de refrigeración por una válvula abierta en un reactor que llevaba sólo tres meses en funcionamiento. El hecho de que no causara víctimas mortales y de que el informe de la comisión reguladora de las nucleares concluyera que la radiación emitida tuvo poco impacto en la salud pública está siendo utilizado como argumento para promover la reactivación de la energía nuclear. Diversos científicos que han estudiado el accidente rechazan el discurso oficial que asegura que no se produjo tanta radiación como para poner en peligro la salud pública. Se ha estudiado el curso de las partículas radioactivas llevadas por el viento y el tipo de cáncer en las regiones afectadas por la fuga radioactiva de Harrisburg y se ha descubierto una frecuencia de casos de cáncer de pulmón y de leucemia... ¡30 veces superior a la media!

señalaba la ex ministra, el 96% del combustible de uranio ya es reciclable. Este reciclaje, proseguía, es una buena solución tecnológica, económica y medio ambiental. Ya no es posible aducir, señalaba satisfecha, como argumento el peligro de los residuos radioactivos; deja de ser válido descartar la viabilidad de la energía nuclear como alternativa al cambio climático.

No es el único caso reciente ni las siglas políticas de adscripción son idénticas en este caso. La Junta de Extremadura, en manos del PSOE, ha autorizado a las multinacionales Mawson Resources Ltd. y Berkeley Resources Ltd. la realización de una amplia campaña de prospecciones mineras en distintos yacimientos de uranio repartidos por toda la región. Los críticos de la decisión señalan, después de recordar que Extremadura es una de las regiones de más rica y mejor preservada biodiversidad del continente europeo, que la economía extremeña se vería severamente amenazada por una serie de proyectos de importante impacto ambiental: renovación de licencia de la central nuclear de Almaraz, refinería de petróleo en Tierra de Barros, centrales térmicas en la comarca de Mérida. La pretensión de convertir la región en un proveedor de uranio a gran escala, remarcan con ira y estudio, supone una agresión intolerable a la supervivencia de su medio natural y la salud de sus habitantes, además de alimentar el crecimiento de la industria nuclear civil y militar internacional<sup>40</sup>.

Por su parte, Francisco Castejón, de Ecologistas en Acción, ha deconstruido<sup>41</sup> los argumentos esgrimidos desde instancias nucleares a favor de esta fuente energética y de la continuidad del funcionamiento de la central de Garoña. Seis han sido los puntos discutidos: respeto al medioambiente y al entorno; seguridad; modernización; suministro eléctrico y fiabilidad; competitividad y empleo. Críticas, argumentos e informaciones que tienen, en nuestra opinión, alcance general. En ellos nos detenemos.

### **III. Contra las falacias atómico-nucleares**

No es fácil, con brevedad, dar cuenta detallada de los riesgos argumentativos, de los saltos en el vacío y de la falta de memoria y retención de los defensores de lo nuclear. Cabe tan sólo apuntar aquí, siguiendo la línea transitada por F. Castejón, algunos ejes centrales que fundamentan, que siguen fundamentando, la apuesta por un sendero energético y civilizatorio que niegue lo nuclear como sal de una tierra habitable y afable. Apuntamos a continuación algunos de los más esenciales, destacando vértices poco señalados.

#### **III.1. Herencias: contaminación radioactiva y protestas ciudadanas**

Un caso no siempre recordado. El uso de material nuclear en la sede madrileña de la antigua Junta de Energía Nuclear ha desatado recurrentes polémicas. La contaminación de la red de agua potable y residuos sepultados son su legado. Trazas de plutonio-239, americio-241 y radio-226 se hallaban en las profundidades de las instalaciones deportivas del Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y

---

<sup>40</sup> Los críticos de la decisión de la Junta extremeña, encabezados por el ciudadano extremeño Jónatham F. Moriche, finalizan su manifiesto crítico con la siguiente petición: *“Por todo ello, nos sumamos a la exigencia ciudadana de que la Junta de Extremadura cancele inmediatamente todas las operaciones de prospección en curso o licitadas, y acto seguido arbitre los mecanismos legales oportunos que impidan de modo tajante y definitivo toda actividad de minería de uranio en la región extremeña, en el marco de una política medioambiental integral que preserve los valores medioambientales y paisajísticos específicos de la región, a la vez que potencie su ya importante papel como contribuyente neto en la lucha global por la defensa de este pequeño, frágil y hermoso planeta que a todos y todas nos cobija.”*

<sup>41</sup> *Diagonal* 105, 25-6 / 8-7 2009, página 15.

Tecnológicas (CIEMAT) en su sede de Moncloa. Un hecho que se descubrió hace algo más de tres años, el 9 de febrero de 2006, y que puso en jaque el Plan Integral para la Mejora de las Instalaciones del CIEMAT.

El hallazgo se produjo durante las tareas de desmantelamiento y descontaminación del lugar, creado en 1951 bajo el nombre de Junta de Energía Nuclear con el objetivo de desarrollar esa energía en España. Fue la primera instalación española en la que se logró transformar uranio en plutonio. En estas instalaciones se experimentaba frecuentemente con combustibles irradiados y materiales radiactivos y, según algunas opiniones no desatendibles, se estaba intentando construir la bomba atómica. En 1970 un fallo en los sistemas de seguridad provocó un vertido de materiales en el alcantarillado de Madrid, registrándose niveles de radiación mucho más altos de los permitidos.

Los trabajadores siguen insistiendo en que, tal como se están realizando, se deben frenar las obras de desmantelamiento. Desde la Coordinadora de Colectivos de Afectados por el Plan Integral de Mejora se especula con la posibilidad de que este centro tape, sin eliminar, los residuos con la construcción de una pista de patinaje o incluso, paradoja de paradojas, con un museo sobre la radiactividad. Según Miguel Yuste, trabajador del CIEMAT, se están poniendo encofrados y arrojando tierra para hormigonar la zona que se convertiría con ello en un cementerio radiactivo tapado con modernísimas instalaciones culturales.

Los vertidos radiactivos continuaron realizándose. Tal y como Greenpeace denunció en 2005, se habían enviado aguas con residuos nucleares provenientes del CIEMAT a la depuradora de “La China”, afectando la salud de al menos un trabajador de la depuradora. Tras la polémica de los vertidos, el descubrimiento de los residuos nucleares escondidos bajo las instalaciones deportivas elevó las quejas de los trabajadores y los vecinos de la zona. El colectivo de afectados calculó que las obras de desmantelamiento generarían 6.000 metros cúbicos de residuos de media y baja actividad y 15.000 kg. de residuos de alta actividad. Desde la coordinadora señalaban el peligro de que un poco de viento podría esparcir por el aire estas sustancias letales para la vida humana.

### **III.2. Residuos radiactivos**

Desde la aparición de la energía nuclear se ha debatido permanentemente sobre la forma de gestionar el combustible tras su paso por las plantas nucleares. Básicamente han existido dos opciones: la que opta por almacenar los residuos y la que apuesta por recuperar el plutonio, separado tras un complejo proceso industrial. Los que optan por el reproceso -Francia, Rusia, Gran Bretaña, entre otros países- se enfrentan a altos costes y, lógicamente, a continuas discusiones políticas sobre el uso militar del plutonio. Los que prefieren el almacenaje -España, por ejemplo- no saben muy bien qué hacer con los residuos acumulados. Nuestro país tiene actualmente más de 4.000 toneladas de residuos y cada año se generan más de 160 toneladas. Miguel Sebastián anunció a principios de julio de 2009 la construcción de un gran cementerio nuclear que albergará los residuos de todas las centrales españolas. Aseguró, esas fueron sus palabras, que iba a haber una pelea entre municipios para conseguir la ubicación del cementerio. Seguramente, pensó, la crisis empuja a la desesperación y ésta a cometer disparates ciudadanos<sup>42</sup>.

---

<sup>42</sup> Según Gerardo Casado, portavoz de la Asociación de Municipios Afectados por Centrales Nucleares, asociación que integra a 25 ayuntamientos localizados en emplazamientos cercanos a centrales, los municipios observan el calendario ministerial con escepticismo ya que el mismo Gobierno había

Los defensores del reproceso apuntan tres ventajas: ahorro de recursos naturales: se recupera el 96% del material reprocesado y en consecuencia se requiere menos uranio nuevo; mejor gestión de los residuos nucleares: se reduce el volumen de los mismos, y, finalmente pero no en último lugar de importancia, interés económico que supone este reproceso. Durante tiempo se creyó que la rápida evolución tecnológica haría que el plutonio que se obtenía de este reproceso iba a alcanzar un desarrollo mucho mayor del que finalmente ha tenido. Pero el sistema no ha avanzado lo esperado. Sólo queda actualmente en funcionamiento un reactor rápido, el antiguo y pequeño Fénix. En 1997, el ex primer ministro francés Lionel Jospin firmó la parada de otro reactor rápido, el Superfénix, debido a su excesivo coste. Es por ello grotesco que se presente el reproceso como *alternativa verde para la energía nuclear*. No es el caso. La técnica de reproceso implica la necesidad de construir carísimos reactores rápidos para dar salida al plutonio que se genera.

Por su parte, el señor Pedro Rivero, el presidente de la patronal eléctrica española, intervenía directamente en la polémica sobre Garoña, señalando que el problema de los residuos radiactivos estaba resuelto, que la basura atómica “está perfectamente en las piscinas de las centrales”. Es otra mentira o inexactitud del lobby nuclear: se diga lo que siga, lo diga quien lo diga, el problema de los residuos radiactivos no está resuelto en ningún lugar del mundo. Las piscinas de refrigeración del combustible nuclear gastado de las centrales, residuos de alta radiactividad y de larguísima duración, son una mera opción temporal de almacenamiento de este peligroso material. No son, en ningún caso, una solución definitiva. En sí mismo tampoco son un sistema seguro ya que al necesitar refrigeración activa de forma continua, puede producirse accidentes peligrosos si, por ejemplo, este aporte de agua se interrumpe o el nivel de agua de la piscina baja de ciertos niveles.

La existencia de estos almacenamientos temporales de residuos demuestra que la industria nuclear no ha sido capaz de encontrar una solución técnica satisfactoria al inmenso problema que suponen los residuos radiactivos que esta industria genera, y cuya peligrosidad permanecerá durante decenas de miles de años. Sólo por este último factor, los residuos radiactivos son la prueba más clara de la insostenibilidad de lo nuclear. Además, en su funcionamiento rutinario, dejando aparte accidentes y residuos, las centrales nucleares emiten al medio ambiente radiactividad: efluentes gaseosos radiactivos por la chimenea dedicada al efecto y efluentes líquidos radiactivos al mar, al embalse o al río del que dependen para su refrigeración.

En síntesis: la energía nuclear proporciona actualmente un 6% de la energía primaria que se consume en el mundo, un porcentaje que lleva décadas disminuyendo. A pesar de esa escasa participación, su utilización ha provocado ya una serie de graves problemas medioambientales, sociales y económicos de trascendencia internacional. Por lo demás, esta energía no sólo no ha logrado resolver sus problemas de seguridad, sino que además ha dejado evidencias claras de su capacidad de generar catástrofes, como la de Chernóbil, y ha producido residuos radiactivos, que debido a su alto nivel de radiactividad, que se prolonga durante cientos de miles de años, y a su elevado potencial radiotóxico, suponen un importante problema ambiental y de salud pública<sup>43</sup>, y también económico, que la industria atómica ha sido incapaz de resolver en sus más de cincuenta años de existencia.

---

anunciado el concurso para el primer semestre de 2009 (*Público*, 8 de julio de 2009, p. 19). Casado aseguró que no le constaba el interés de ningún ayuntamiento por la instalación del cementerio nuclear.

<sup>43</sup> Sobre este punto, sobre la influencia del funcionamiento no accidental de las centrales en la salud humana, véase Rodríguez Farré y López Aral 2008.

### III.3. Energía cara

Pero la energía nuclear no sólo es una energía potencialmente peligrosa y contaminante sino también cara. Para algunos analistas es, esencialmente, un desastre económico que perdió hace tiempo la batalla de la competitividad. Mycle Schneider ha señalado que de los 45 reactores que están siendo construidos en todo el mundo, 22 están atrasados (casi el 50%) y nueve (más del 20%) no tienen una fecha oficial de encendido.

Como ejemplo más reciente se cita como muestra del desastre económico que representa este tipo de energía el fiasco nuclear de Finlandia. El buque insignia del tan publicitado “renacimiento” nuclear, el reactor Okiluoto-3, hace aguas por todas partes. Lleva ya más de tres años de retraso sobre el calendario previsto -se dijo que estaría terminada en 2009, y como muy pronto lo estará en 2012-, soporta sobrecostes multimillonarios -terminará costando entre 5.000 y 6.000 M€, cuando se afirmó inicialmente que su coste sería de 2.500 M€; oficialmente se reconoce ya un coste de más de 4.000 M€- y, hasta la fecha, más de 2.000 defectos de diseño. Y lleva sólo tres años en construcción.

Las cifras, por lo demás, no son siempre coincidentes. En unos informes devastadores, el *New York Times* arrojó nueva luz sobre el lado catastrófico de la nueva construcción francesa en Okiluoto, Finlandia, y el virtual colapso de Atomic Energy of Canadá<sup>44</sup>. Areva, el grupo gubernamental francés, no predice cuándo estará listo el reactor. Por su parte, los inspectores finlandeses han señalado que Areva permitió que subcontratistas inexpertos trataran de “hacer agujeros en los sitios equivocados en un vasto recipiente de acero que sella el reactor.” Los inspectores finlandeses también critican a la gran corporación francesa por su actitud empresarial y por la falta de conocimiento técnico de algunos profesionales.

Areva espera construir reactores similares en EE.UU. Sus impulsores han prometido una construcción más barata, limpia y rápida de reactores con diseños estandarizados como el de Okiluoto. Pero la experiencia anterior parece apuntar que esos nuevos reactores no serán más fáciles o baratos de construir que los de hace una generación cuyos precios han aumentado en un 700% o más, y cuyos programas de conclusión tardaron décadas.

El proyecto de segunda “nueva generación” en Flamanville, Francia, también ha excedido el presupuesto y está atrasado. Han aparecido grietas en componentes críticos de acero y hormigón, así como revelaciones de que soldadores no cualificados realizaron trabajos críticos. Por ello, la Comisión Reguladora Nuclear de EE.UU. no ha aprobado el diseño de Areva usado en Okiluoto y Flamanville. Otros cuatro diseños también están empantanados en el proceso de estudio<sup>45</sup>.

Reseñando *El espejismo nuclear. Por qué la energía nuclear no es la solución, sino parte del problema*, de Marcel Coderch y Núria Almiron, Alfons Barceló<sup>46</sup> ha señalado que uno de los asuntos mejor esclarecidos en el ensayo concierne a un asunto importante: cuánto cuesta y cuánto vale la energía atómica. Las conclusiones son

---

<sup>44</sup> Los fiascos en Finlandia y Flamanville han empujado a Areva al caos económico que ahora se refleja en Atomic Energy of Canada, Limited. Alabada como un buque insignia global, AECL se tragó en 2008 1.740 millones de dólares canadienses en subsidios y ha estado perdiendo dinero desde hace mucho tiempo. El gobierno de Canadá ha anunciado su intención de venderla.

<sup>45</sup> Tema posterior al 11-S es la capacidad de resistir el impacto de un avión a reacción. Obviamente, los 104 reactores de EE.UU. que actualmente poseen licencia para operar no tuvieron que considerar este vértice de seguridad.

<sup>46</sup> *Mientras tanto* electrónico 68, abril 2009. El texto de Alfons Barceló está fechado el 12 de marzo de 2009.

contendientes: 1. El empleo civil de la energía nuclear que fue diseñado esencialmente con fines propagandísticos en ningún momento atendió a consideraciones de viabilidad técnica ni económica. 2. No hay pruebas del hipotético bajo coste de la producción de energía nuclear. Los cuatro problemas que han acuciado a esta fuente energética desde sus inicios siguen vigentes: la seguridad, los costes, los residuos y la proliferación. Sólo intereses ideológicos, privados o políticos, y la perspectiva de una situación energética desesperada podrían tratar de resucitar a un monstruo moribundo inseguro, carente de rentabilidad y muy contaminante, además de auspiciador, de una proliferación armamentística letal, han señalado los autores. Construir y publicitar sueños energéticos irresponsables hablando de nuevas quimeras como la fusión nuclear, la alquimia con los residuos, de nuevos reactores nucleares completamente seguros o del ubicuo hidrógeno, en lugar de apostar y desarrollar las energías renovables, es una falsedad y una enorme irresponsabilidad: atenta con la tan necesaria imagen de la energía como un bien valioso que en modo alguno se debe despilfarrar.

Lo que necesitamos, apuntan Coderch y Almirón (2008: 212), no son nuevos sistemas energéticos revolucionarios, quiméricos e imposibles, sino una reducción significativa de nuestro desaforado consumismo energético. Fingir que se puede continuar creciendo exponencialmente en un planeta con recursos finitos es un absurdo; no ver o no querer ver este absurdo es, además, una estupidez, una peligrosa estupidez. Vivir hoy, concluyen sensatamente, “despilfarrando nuestro capital energético confiando en que mañana nos tocará la lotería porque hemos comprado algunos décimos es, además de irracional, tremendamente injusto para con nuestros hijos y las generaciones que han de seguirlos” (2008: 215).

#### **III.4. Desde un punto de vista científico-tecnológico**

Manuel García, Jr. un físico norteamericano de origen hispano, pensionado de un laboratorio del Departamento de energía de EE.UU., con amplios intereses científico-técnicos en ámbitos como la física de los fluidos, la electricidad, el flujo de calor y la energía<sup>47</sup>, ha señalado que su crítica de la energía nuclear con el propósito de proveer un suministro estable de electricidad es doble<sup>48</sup>:

1. En su opinión, la tecnología nuclear no está bien ajustada al uso final. Hay muchas complejidades, peligros e ineficiencias entre la fuente de combustible y la producción de electricidad. Todo el ciclo de producción de combustible a la administración de los desechos, por kWh de electricidad producida, es excesivamente costoso desde el punto de vista fiscal, ecológico y político.

2. La naturaleza de esta tecnología exige instalaciones de generadores altamente centralizados, que tienen que ser a un tiempo zonas de alta seguridad, muy costosas por ello, y requiere una amplia red de distribución que, inevitablemente, tendrá pérdidas de transmisión.

El corolario político es claro: la generación de energía altamente centralizada sirve las necesidades de economías altamente centralizadas, es decir, la acumulación exclusiva de capital a un amplio coste social. Por el contrario, y esa es la posición científico-política de Manuel García, jr., la generación de energía distribuida sirve las necesidades de una población distribuida: las redes técnicas comunales proveen control

---

<sup>47</sup> Sus intereses no-técnicos son también diversos e interesantes. Van desde la responsabilidad social de los científicos hasta las dimensiones sociales de las alternativas para las tecnologías energéticas que impulsa una comunidad.

<sup>48</sup> Tomamos nuestra información de Germán Leyens y Salvador López Arnal: “Una entrevista con Manuel García, Jr. Sobre poder atómico, cambio climático, energías limpias y formas de organización ciudadanas”. <http://www.rebellion.org/noticia.php?id=85579> (junio 2009).

local y, a un tiempo, la independencia económica personal.

Por lo demás, en opinión del físico norteamericano, las tecnologías solares y eólicas pueden generar electricidad local y prácticamente sobre gran parte de la superficie de la Tierra, en tierra o en el mar. Como hay muchas menos conversiones de formas de energía desde las fuentes a la producción de electricidad, hay menos tipos de ineficiencias y, punto esencial, en ningún caso se trata del tipo de peligros asociados con materiales radioactivos y la tecnología nuclear.

Como los procesos de generación de energía son naturales para el entorno de la Tierra (solar-eléctrico, solar-termal, viento-torque-eléctrico, hidro-torque-eléctrico), todo el ciclo del proceso: desde la fuente a la generación al reciclaje de equipamiento y material utilizados, es mucho más simple y barato. Las tecnologías solares, eólicas e hidroeléctricas son "naturales" para la Tierra, y bien ajustadas al uso final de la electricidad residencial y a numerosas aplicaciones industriales.

Manuel García, jr., señala que la naturaleza dispersa de la fuente de energía solar significa que los generadores y los usuarios están más cerca los unos de los otros, incluso pueden coincidir, de modo que las redes de distribución serán más pequeñas y eficientes. Las redes locales próximas podrán solaparse, asegurando redundancia positiva y, con ello, un mayor grado de fiabilidad general a escala regional y nacional. Es, además, mucho más probable que los "propietarios" locales de los generadores se encuentren entre los usuarios de la producción de electricidad. De este modo toda la economía del sistema sea tan distribuida y descentralizada como la misma fuente energética. La energía solar en microrredes sería, pues, intrínsecamente comunal. Con sus propias palabras: "Un sistema de energía que ofrece a una familia la posibilidad de obtener la independencia energética mediante la obtener la luz del sol que cae, y el viento que pasa por el espacio que ocupa para vivir, sería algo maravilloso".

La derivada política complementaria es obvia: si alguien forma parte de un grupo –Manuel García, jr: "lo llamaríamos capitalistas, o industriales, o piratas, da lo mismo"- que desea controlar una gran fuente de energía, que después será distribuida a numerosos individuos a distancia para obtener el máximo beneficio, preferirá siempre una tecnología altamente centralizada de generación de energía. Por eso, señala el físico norteamericano de origen hispano, la energía nuclear es apreciada ante todo "por la mentalidad que ve el taxímetro y la caja registradora como el propósito de la organización de la sociedad". Además de ello, los peligros, complejidades e ineficiencias que exigen que se aisle y construya grandes instalaciones de generación de energía nuclear, las centrales nucleares, se biyectan muy bien con las necesidades del control monopolista, y hace que las ciudadanías populares sean vulnerable al chantaje social mediante su dependencia energética.

No hay que olvidar, por otra parte, la arista militar, recuerda el físico norteamericano. El material para bombas atómicas de todo tipo es usualmente producido en reactores construidos con ese propósito, pero también puede ser obtenido de las vainas combustibles de reactores de energía civiles<sup>49</sup>. Todos los reactores nucleares de uranio producen una acumulación de plutonio. No es por causalidad que EE.UU., Rusia y las principales potencias atómicas quieren controlar el ciclo de combustible de los reactores en estados amigos que tienen energía atómica "pacífica". Corea del Sur es un ejemplo. En opinión de Manuel García, jr, la situación del programa nuclear de Irán ilustra la conexión intrínseca entre la energía nuclear y las armas

---

<sup>49</sup> El ciclo de combustible es la producción de vainas para reactores civiles y su eventual remoción y "reprocesamiento" para la acumulación de plutonio y reciclar el uranio-235 restante, o empaquetar la vaina para su "eliminación."

nucleares<sup>50</sup>.

Manuel García, jr. resumía en cinco puntos sus razones contra el uso civil, no ya militar, de la energía nuclear:

(1) *Es una energía ineficiente*: es probable que tenga que ser utilizada más energía para construir, mantener y proteger las instalaciones de energía nuclear y para proteger el legado de desperdicios que genera, que la que se llegue algún día a suministrar como electricidad.

(2) *Es insegura*: los reactores nucleares requieren inmensas cantidades de agua de refrigeración. Las que están ubicadas cerca de ríos han tenido, incluso, que cerrar en tiempos de sequía creando escasez de suministro. Como el poder nuclear está tan centralizado, cualquier instalación de reactores que esté incapacitada por el motivo que sea causará un déficit en su red, lo que podría requerir la compra a corto plazo de energía de combustibles fósiles o quedarse sin energía.

(3) *Es lenta*: construir una planta de energía nuclear toma tanto tiempo que esa tecnología no puede ser montada efectivamente, ni desmantelada fácilmente según el caso, para reaccionar ante cambios en el volumen y en la distribución geográfica de la demanda de energía.

(4) *Es peligrosa*: utiliza para su funcionamiento las sustancias más peligrosas que conocemos desde el punto de vista físico y este extremo peligro crea monumentales problemas de manejo de riesgos y seguridad. Además, la posibilidad de la proliferación de armas nucleares es muy real.

(5) *Es costosa*: las características mencionadas aumentan el coste de la tecnología, y este coste es considerable en cada una de las dimensiones: fiscales, políticas y ecológicas. Si la energía solar, (y la generación y almacenamiento relacionados con ella, y las micro-redes recibieran la misma cantidad de subsidios gubernamentales, y ni siquiera durante todas las décadas en que ha recibido ayuda la energía nuclear, tendríamos, en opinión del físico y activista norteamericano, un sistema mucho mejor de energía eléctrica "desde todos los puntos de vista imaginables, excepto el del control monopolístico de una necesidad social".

### III.5. Accidentes

Además de los ya citados –Chernobyl, Harrisburg y Kashiwazaki-Kariwa, tres de los más importantes-, cabe aquí señalar lo siguientes<sup>51</sup>:

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 franquista, que vertió cantidades indeterminadas de radiactividad al pequeño río Manzanares, cantidades que llegaron al Tajo y se detectaron en Lisboa. Recuérdese, por otra parte, que se han encontrado recientemente zonas contaminadas radiactivamente en el campus de la Universidad Complutense, vecino de la ubicación de la Junta, y en lo sucedido en los accidentes de Vandellós2- y Ascó-1.

En Mayak, cerca de Cheliabinsk, en los Montes Urales, el complejo nuclear más grande del mundo, se han 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

<sup>50</sup> Manuel García, jr: Iran's Uranium. <http://www.dissidentvoice.org/2009/03/irans-uranium/>.

<sup>51</sup> Para este apartado, Rodríguez Farré y López Armal 2008.

almacenamiento, que contenía 300 m<sup>3</sup> de residuos de alto nivel radioactivo, explotó liberando casi la mitad de radiación de Chernobyl, con la difusión de 74.000 TBq<sup>52</sup> de radioactividad en un área de unos 23.000 km<sup>2</sup>. 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.

El accidente de Windscale, en el Reino Unido, 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 yodo 131, 45 TBq de cesio 137 y 0,2 TBq de estroncio 90. Las cifras relativamente altas de yodo 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 alguna granja ubicada a 15 Km del reactor. En base a la valoración de dosis recibidas se estima que hubo decenas de muertes 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 aunque se sigue ignorando todo sobre 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, al que ya hemos hecho referencia<sup>53</sup>. Durante estas 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 del importante accidente militar de Palomares. El de Thule, al norte de Groenlandia, fue el 21 de enero de 1968. El accidente de Palomares contrasta con el segundo incidente nuclear del ejército de los EEUU, 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 4 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. Durante cuatro meses se procedió a retirar todo el material contaminado que fue posible quitar de hielo, nieve, agua y restos del accidente, aproximadamente unos 6.700 m<sup>3</sup>, que fueron transportados a un cementerio atómico. A pesar de ello, las autoridades danesas estimaron que el plutonio restante contaminó el medio acuático hasta unos 20 kilómetros del lugar del accidente.

Cabe también citar aquí finalmente, 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.

### **III.6. Salud humana y medio ambiente**

Son numerosos los eslabones existentes en la compleja cadena de producción y utilización de la energía nuclear: la minería, el enriquecimiento y metalurgia del uranio, las centrales, los reactores militares, la producción, separación y uso de radionúclidos puros, la fabricación y prueba de armas atómicas, las plantas de procesamiento de combustibles irradiados, las fábricas, reactores y centrales de los ciclos del plutonio o

<sup>52</sup> TBq: terabecquerelio. 1 TBq = 10<sup>12</sup> Bq, es decir un billón de becquerelios.

<sup>53</sup> Hasta el momento, el único impacto confirmado 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 mujeres embarazadas y familias con niños. El seguimiento de la población no debería abandonarse en ningún caso. 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: puede llegar a producir más de 1.000.000 de litros de agua contaminada

del torio-uranio, el transporte y depósito de materiales o residuos radiactivos. Entre todas esas posibles fuentes, los puntos más contaminantes son las plantas de tratamiento, las centrales y los depósitos de residuos, sin olvidar que el transporte es, potencialmente, otro punto muy peligroso.

Desde el punto de vista del medio, desde la perspectiva de la contaminación, 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 CO<sub>2</sub> 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.

Por otra parte, 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.

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, Mme Curie.

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 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.

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.

Tal como se señala en el informe CiMA (Científicos por el Medio Ambiente), 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.

Por lo demás, la primera fuente de contaminación radiactiva de la biosfera han sido, hasta ahora, las explosiones realizadas por las potencias atómicas. Más de 1.000 hasta la fecha. 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 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.

En los últimos años el funcionamiento normal -o accidental- de la tecnología nuclear se ha convertido en la principal fuente de contaminación radiactiva, superando en determinados casos y áreas geográficas a la originada por las explosiones atómicas. Todas las nucleares difunden radionúclidos en el aire y las aguas, siendo las centrales de producción eléctrica menos sucias que las plantas de reprocesamiento, dado que éstas pueden representar una contaminación entre 100 y 1.000 veces mayor según los radionúclidos que estemos analizando.

Entre los radionúclidos arrojados al medio por la industria electronuclear, el criptón 85 y el tritio ocupan un lugar destacado en razón de su cantidad, su diseminación global y su período de actuación. Los radionúclidos evacuados rutinariamente con el agua de refrigeración que procede de los reactores pueden recorrer grandes distancias o acumularse en zonas concretas de los sistemas acuáticos.

Un sistema de diseminación radioactiva a escala mundial se encuentra también, obviamente, en los satélites con generadores nucleares.

#### **IV. A modo de conclusión: en el principio fueron el verbo y la acción**

La industria nuclear está sumida en una profunda crisis. En el mundo existen 443 reactores nucleares comerciales, con una potencia instalada de 369 Gigavatios. La energía nuclear, presentada hace 35 años como la alternativa al petróleo, al gas natural y al carbón, hoy sólo representa el 5,7% del consumo mundial de energía primaria, a pesar de los dudosos métodos de contabilidad que consideran el calor producido en la fisión y no la electricidad realmente generada. Con métodos menos manipulados, e idénticos a los que se aplican a las energías renovables, la participación de la energía nuclear se reduciría a algo menos del 2% del consumo mundial de energía primaria.

Respondiendo a pedidos de años anteriores, se están construyendo en el mundo actualmente 26 centrales, con una potencia de 20,8 GW, el menor número desde hace 35 años. La cifra de pedidos es insuficiente para mantener una industria que, de hecho, sólo se mantiene gracias al despilfarro de recursos públicos, de ahí las enormes presiones que se están realizando, aunque desde luego sus portavoces tiendan a minimizar esas inmensas ayudas públicas. Conviene consignar que tan solo 2 de esas 26 centrales se están construyendo en países con economías ricas: una en Japón y la otra en Finlandia. El resto lo son en países en desarrollo estructural y económico. Es sobre estos países donde se está ejerciendo una fuerte y discreta presión para que se nuclearicen o incrementen aceleradamente su nuclearización.

La empresa nuclear rusa Atomstroyexport, de titularidad mayoritaria estatal, es la que más reactores está construyendo: 2 en Tianwan, China; 2 en Kundankulam, India; 2 en Belene -con subcontratos con Areva/Siemens-, Bulgaria, y 1 en Bushehr, Irán. Dirige sus esfuerzos a lograr contratos en países en desarrollo. Asimismo, la mayor empresa nuclear mundial, Areva<sup>54</sup>, no desdeña esta estrategia como parte de sus actividades, formalizando alianzas coyunturales con Atomstroyexport y Siemens (caso de Bulgaria y sondeos en China e Iberoamérica). Areva dispone, como Atomstroyexport, de todas las fases del ciclo nuclear. Las otras empresas nucleares de importancia -Siemens, Westinghouse y General Electric- tienen este sector sólo como parte de sus amplias actividades y se centran fundamentalmente en la construcción de reactores. En algunos aspectos puede considerarse que hoy en día están actuando como una especie de cártel virtual.

La potencia instalada en 2006 era de 369 GW, sólo un 12% superior a la de 1990 que era de 328 GW. Una cifra doce veces inferior a los 4.450 GW previstos por la Agencia Internacional de la Energía Atómica en 1974 para el 2000.

La energía nuclear, teniendo en cuenta sus costes reales si se calculan correctamente, sus peligrosos problemas de seguridad, el almacenamiento no resuelto de los residuos, la existencia de alternativas mejores como las centrales de ciclo combinado

---

<sup>54</sup> Areva es el conglomerado industrial nuclear francés al que ya se ha hecho referencia. Formado en 2001 por la fusión de Cogema, Framatome y CEA Industrie en una sociedad -S.A. Société des Participations du Commissariat à l'Énergie Atomique-, su titularidad sigue siendo, pese a las promesas de privatización, mayoritariamente -entre el 85 y el 90%- del Estado francés.

de gas natural y los aerogeneradores eólicos, el aumento de la eficiencia de las energías renovables, el desarrollo de la tecnología termosolar y fotovoltaica, y la oposición, deseamos que creciente, de una opinión pública bien informada y activa, no tiene un futuro halagüeño, a pesar de los esfuerzos realizados para diseñar nuevos reactores más seguros utilizando para conseguirlo enormes recursos públicos, por instancias o empresas que, normalmente, no suelen hablar muy bien de la intervención del Estado en asuntos económicos. El Estado de “bienestar” es despilfarrador cuando ayuda a personas en paro, a discapacitados, a sectores empobrecidos, a cubrir necesidades básicas o a la adquisición o alquiler de viviendas; no lo es, en cambio, según esas interesadas concepciones, cuando dedica innumerables e incontrolados recursos públicos para ayudar a empresas e instituciones privadas a las que, desde luego, no les mueve ningún espíritu cooperativo ni social.

Un total de unos 110 reactores con una potencia instalada de 35.309 MW han cerrado definitivamente. La vida media de estas centrales ha sido inferior a 18 años, muy alejada de los 40 años previstos por las empresas constructoras que incluso quieren alargar ahora la vida de las centrales, totalmente amortizadas, hasta los 60 años. Garoña es un ejemplo reciente que ha contado con el CSN como ariete ofensivo. Ello conlleva, obviamente, una mayor potencialidad de riesgos por envejecimiento estructural no previsto en el diseño original del sistema.

Por lo demás, y como se apuntó, se está creando una masa ingente, miles de toneladas de residuos radiactivos, que están ahí, y que pueden diseminarse por la biosfera por más controlados que se quieran tener; se está asumiendo un riesgo de accidentes, que ya han ocurrido y que pueden volver a ocurrir, y se está optando además por una vía energética que no parece adecuada para un sistema de calidad de vida como el que aspiramos en toda sociedad avanzada y que deseamos, además, no sólo para nosotros, para los que vivimos por simple azar en sociedades privilegiadas, y ciertamente muy desiguales, sino para toda la humanidad.

Existe, además, el argumento de la imposibilidad que algunas veces se esgrime pragmáticamente. No se ve cómo la energía nuclear pueda sustituir a los combustibles fósiles en la actividad que actualmente más CO<sub>2</sub> 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, 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.

Los defensores de la energía nuclear desde una perspectiva que se presenta con ropajes de izquierda, el catedrático de física atómica Manuel Lozano Leyva<sup>55</sup> es un ejemplo destacado en nuestro país, sostienen que el rechazo a la energía nuclear no es progresista. Sus argumentos principales serían los siguientes:

Apuntan, en primer lugar, que ninguno de los problemas de las centrales nucleares es significativo. Con 441 reactores funcionando en el mundo, en cinco décadas sólo se ha producido un accidente grave, el de Chernóbil, donde coincidieron, señalan, circunstancias tan insólitas que si se hubiera planificado perversamente no habría salido peor. Sin embargo, 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 cuanto a los residuos radiactivos, sostienen que aventajan a los de las

---

<sup>55</sup> Véase Lozano Leyva 2009 y *Público*, 7 de diciembre de 2007.

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 CO<sub>2</sub> 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 exacto 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, Lozano Leyva sostiene que es mucho más controlable que otras tecnologías más simples e igual de mortíferas como las biológicas y químicas. Pero, ¿es realmente controlable el uso militar de la tecnología nuclear? ¿Podemos sostener una afirmación así cuando seguimos desconociendo de forma oficial su uso en la primera guerra del golfo o en el caso de los bombardeos sobre la antigua Yugoslavia. Por lo demás, ¿qué quiere decir controlable exactamente? ¿Quién debe ejercer ese control por otra parte?

Si se extendiese el uso de la energía nuclear, y parece que ésa es la apuesta de Lozano Leyva y de algunos sectores de izquierda cada vez más minoritarios, por no decir inexistentes, deberían admitirse como mínimo tres problemas, tres graves problemas en esa 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.

Pero Lozano Leyva, 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, dado su pequeño rendimiento sólo cuentan como energías complementarias. Pero 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 se está hablando de millares de toneladas. 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. Carlos Bravo ha recordado, una vez más, que en materia de residuos radiactivos no hay panaceas ni varitas mágicas. No hay que confundir a la opinión pública con soluciones mágicas e inexistentes en este ámbito de alto riesgo.

Lozano Leyva apunta finalmente una consideración político-cultural y afirma que es un enigma que se identifique el rechazo de la energía nuclear con el progresismo

político. Señala 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. Resulta 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. La afirmación sobre el carácter infinitamente más retrógrado del petróleo respecto al núcleo atómico, cuyo significado está lejos de ser evidente, debe ser una desviación profesional o una metáfora arriesgada.

El movimiento antinuclear que existió con mucha fuerza en España, en Europa, en Estados Unidos, y en otros lugares del mundo, a finales de los setenta y en los años ochenta, y que fue capaz de dar batallas no todas perdidas, a pesar de que el adversario es potente, enorme en sus fuerzas y en el cultivo del lado oscuro de su inmensa potencia, a pesar de que en algunos lugares como Finlandia se está apostando por la creación de nuevas centrales nucleares con innegable e importante apoyo ciudadano hasta la fecha, ese movimiento ciudadano crítico, decíamos, debería renovarse, renacer desde su pasividad actual, debería incidir fuertemente con buenas y renovadas razones en el panorama político actual. Hay motivos para ello. Sobran.

Estamos, además, en una situación que quizás no existía hace 25 o 30 años, cuando empezó en España el movimiento. El nivel de conocimiento e información de la población es muchísimo mayor. Explicar estas cuestiones en los años setenta en lugares donde se iba a instalar una central era difícil, se tenía que realizar un enorme esfuerzo de divulgación. El movimiento antinuclear, que debería ser algo más que antinuclear ya que tendría que apuntar hacia formas de vida y de sociedad distintas a las actuales, tiene que organizarse nuevamente, tiene que incidir socialmente y puede volver a contar. De hecho, ya lo está haciendo. La plataforma antinuclear que se ha creado de nuevo en Cataluña, en el resto de España, en Europa, es una prueba de ello. La gente se está moviendo, nos estamos moviendo otra vez. Queda, pues, intervenir socialmente. Mejor activos hoy que mañana radiactivos. Dudamos si en el principio fue la acción o la palabra, pero hoy es posible, para bien de la Humanidad, de toda ella, hermanarlas fructíferamente.

## Capítulo II.

### Argumentario antinuclear<sup>56</sup>

NOTA EDICIÓN: Daniel Aguilar, director de la revista electrónica “Apuntes de Ciencia y Tecnología”, nos pidió, por mediación de José Antonio Tapia, en junio de 2010 a Eduard Rodríguez Farré y a mi mismo un breve artículo contrario a las prácticas y finalidades de la industria nuclear en el que intentáramos no repetir argumentos expuestos en otros textos. Tras varias versiones previas corregidas amablemente por José Antonio Tapia, enviamos finalmente el escrito que el lector/a tiene ante sus ojos. Daniel Aguilar, el máximo responsable de la revista, nos escribió una nota en julio de 2010. La siguiente:

“Hola Salvador. Soy el director de Apuntes de Ciencia y Tecnología, ara la que escribiste el artículo contra el uso de la energía nuclear junto a Eduard Rodriguez Te escribo porque, después de discutirlo con José Tapia, creemos que el artículo tendría que reescribirse para ajustarse a los contenidos que pide la revista. En particular, se tendrían que hacer dos modificaciones:

1) Centrarlo más en los perjuicios de la energía nuclear desde un punto de vista general y científico (*ahora nos parece demasiado centrado en cuestiones laborales y de malas prácticas en centrales y administraciones concretas*).

2) *Apoyar los datos y opiniones con las referencias correspondientes, porque hay muchas afirmaciones sin fuente*. En particular cuando se trata de datos, sería preferible que se citasen además las fuentes originales (artículos científico, libros, informe, sitio web académico, etc.), según las instrucciones para autores.

Si estás de acuerdo con las modificaciones que sugiero, ¿crees que podrías hacerme llegar la versión corregida del artículo para finales de septiembre? Naturalmente, no dudes en contactarme si tienes cualquier objeción o duda. Saludos, Daniel” [los énfasis son míos, las erratas no]

Como no conseguimos estar de acuerdo con las modificaciones sugeridas ni entendimos bien las críticas apuntadas -una de ellas nos pareció extrañísima: “demasiado centrado en cuestiones laborales”. ¿Centrado en exceso en “cuestiones laborales?”; otra, “hay muchas informaciones sin fuente”, no pudimos corroborarla por mucho que lo intentamos, y una tercera, “malas prácticas en centrales y administraciones concretas”, no alcanzamos a ver que fuera ningún error-, no reescribimos nuestra aportación. El lector juzgará si obramos de forma equivocada. Sólo la nota final es un añadido posterior.

Intentaremos no repetir en este artículo argumentos ya conocidos, a saber, la contaminación global generada por la industria nuclear; los peligros y costos de mantenimiento de los residuos radiactivos; los riesgos para la salud humana; las consecuencias atómico-bélicas; el ser las centrales nucleares blancos idóneos en potenciales atentados terroristas o ataques en enfrentamientos bélicos; las inversiones multimillonarias con serviles intervenciones públicas; las frecuentes promesas incumplidas de la industria; la rentabilidad económica de las centrales nucleares, escasa,

---

<sup>56</sup> Autoría: Salvador López Arnal

si no nula, cuando se suman todas las partidas de costes y “externalidades”; la finitud de los yacimientos de uranio; las limitaciones temporales insuperables de la apuesta nuclear. Nosotros mismos hemos desarrollado este tipo de razones con más detalle y espacio en otras ocasiones [1]. Pretendemos señalar aquí algunos aspectos generalmente menos mencionados del inventario de argumentos antinucleares.

Philippe Billard es un técnico nuclear que ha sido despedido por la firma francesa Endel [2], una de las cuatro grandes empresas subcontratadas de las centrales nucleares administradas por EDF (Electricité de France). Billard se ha negado a ser un nómada del sector, uno de los 18.000 trabajadores que son obligados a cambiar semanalmente de destino y central en el país vecino. El Tribunal Laboral de Ruán empezó a examinar su caso el pasado 1 de junio de 2010. El juicio es 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, que nos parece muy razonable, es conseguir que el país más nuclearizado civilmente 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, se dirá, 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” se encargan, o encargan, de poner piedras piramidales del tamaño de un obelisco en el camino. En los alrededores de este escenario se ubican las razones del despido de Billard. Este técnico nuclear se implicó sindicalmente para que los asalariados que trabajan para las subcontratas denunciaran a las autoridades... ¡los accidentes de trabajo que sufrían! 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 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 misma industria nuclear la que organiza que no haya seguimiento médico de los trabajadores más expuestos”. ¡Un sector de la industria civil que se encarga organiza el no seguimiento médico de sus propios trabajadores! Potenciales víctimas sin luz y, por tanto, sin cómputo y sin cuidados. ¿Una sociedad que aspire a la justicia y equidad puede permitir una industria que opere con estos procedimientos?

Mycle Schneider, un experto en temas energéticos, ha señalado que de los 45 reactores que están siendo construidos en todo el mundo, 22 están atrasados y 9 no tienen una fecha oficial de encendido. En unos devastadores informes financieros [3], el *New York Times* ha arrojado luz sobre la construcción nuclear francesa en Okiluoto, Finlandia, y el virtual colapso de Atomic Energy of Canada. En Finlandia, el renacimiento nuclear tiene problemas. Cuatro años después de iniciado un proceso de construcción que debía haber terminado este 2010 el coste de la planta de 4200 millones de dólares ha aumentado más de un 50% [4]. Areva, el grupo gubernamental francés, no es capaz de informar con exactitud cuándo estará listo el reactor. Los inspectores finlandeses que siguen la construcción sostienen que la multinacional francesa “permitió que subcontratistas inexpertos trataran de hacer agujeros en los sitios equivocados en un vasto recipiente de acero que sella el reactor”.

El proyecto de segunda “nueva generación” en Flamanville también ha excedido el presupuesto y su cumplimiento está atrasado. Han aparecido grietas en componentes críticos de acero y hormigón. Algunas informaciones señalan que soldados *no*

*cualificados* realizaron trabajos críticos.

Desde hace años, la industria nuclear francesa se presenta como una industria reciclable en la que, aseguran, el 96% de los elementos radiactivos son reutilizables [5]. La cifra hace palidecer de envidia al más pintado y, claro está, a los departamentos de publicidad de las industrias más contaminantes. El sector nuclear, éste es uno de los “nuevos” argumentos más extendidos, se presenta como industria limpia y reciclable, que funciona en un circuito casi cerrado. Y por si faltara algo, asegura además la independencia energética de las naciones. La realidad es muy distinta. Cerca del 13% de los materiales radiactivos producidos en Francia por sus plantas nucleares duerme en algún recóndito lugar de... Siberia, en el complejo atómico de Tomsk-7, una ciudad de 30.000 habitantes vedada a los periodistas, a la que desde mediados de los años noventa llegan anualmente más de 100 toneladas de uranio “empobrecido”. Allí se enriquece el uranio de recuperación, produciendo un 10% de material reutilizable por EDF y un 90% de uranio muy empobrecido que se convierte en propiedad de una empresa rusa y que se almacena en grandes depósitos a cielo abierto. Ciertamente, no es demasiado peligroso... salvo que, por ejemplo, un avión se estrellase contra él.

No sólo es Francia. Organizaciones ambientalistas alemanas [6] han revelado algunos detalles del tráfico ilegal de residuos radiactivos entre Alemania y Rusia, un tráfico conocido pero cuyas dimensiones reales eran desconocidas hasta hace poco. Desde 1996 hasta la actualidad, la instalación de enriquecimiento de combustible nuclear en Gronau, Westfalia, ha enviado 22.000 toneladas de residuos, en su mayoría de hexafluoruro de uranio (UF<sub>6</sub>), a Siberia. De esta cantidad enorme, sólo el 10%, como en el caso francés, ha regresado a Alemania después del enriquecimiento que se realizaba en la planta de Seversk, Tomsk-7. Según la asociación Ausgestrahlt, que se basa en fuentes medioambientales rusas, el resto, alrededor de 20.000 toneladas, ha sido abandonado en un vertedero al aire libre, almacenados en bidones de metal que ahora corren el peligro de pérdidas por haberse oxidado.

También en España los acontecimientos se agolpan. Dejando de lado el caso del Almacén Temporal Centralizado (el ATC) [7], el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) ha tomado la decisión de prolongar la vida de la central nuclear de Almaraz I (Cáceres) por diez años, cuando ésta cumple casi 30 años de funcionamiento [8]. Esta decisión es, prelude de lo que sucederá con Almaraz II, dentro de dos años. Tras largos años de funcionamiento y diversas vicisitudes que incluyen una multa de 90 millones de pesetas impuesta por el CSN y el cambio de los generadores de vapor, tal como ha recordado el físico antinuclear Francisco Castejón, las dos centrales de Almaraz deberían cerrarse tras cumplir los 30 años. Era obvio que el CSN aceptaría la prolongación del permiso de funcionamiento dado que las empresas propietarias de la central han invertido esfuerzos y dinero en una ampliación de potencia de las dos unidades en el último período. Seguramente, con acuerdos previos que se han mantenido en secreto. En su dictamen sobre Almaraz, el CSN introduce un concepto nuevo que, según Castejón, opinión que compartimos, no deja de resultar inquietante, la “autorización condicionada”. Se trata de imponer a la central una serie de condiciones, 13 en el caso de Almaraz I, que deberá cumplir en el futuro para seguir funcionando. La pregunta se impone por sí misma: si la central, como se dice, funciona a la perfección, ¿por qué se le imponen mejoras? ¿Sólo como mejoras extras, como modernización exigente? Si se detectan anomalías, parece razonable que la planta debería paralizarse al menos cautelarmente y la central Almaraz, no debe olvidarse, ha presentado un problema endémico de refrigeración. El Tajo no tiene el caudal suficiente para garantizar el enfriamiento del núcleo en caso de accidente.

A todo lo anterior se suman reiteradas desinformaciones, el intento de generación

de consenso pronuclear incluso en la adversidad con riesgos, y los peligros subsiguientes que ello comporta. Un ejemplo reciente de finales de julio de 2007 es el terremoto de intensidad 6,8 que golpeó la provincia de Niigata, en la isla de Honsu, a 200 km de Tokio y puso fuera de funcionamiento la gigantesca planta nuclear Kashiwazaki-Kariwa, una de las más grandes del mundo [9]. Nueve personas fallecieron y 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. El accidente generó preocupación sobre la seguridad de "lo nuclear". Se cree que la planta, propiedad de la Compañía de Energía Eléctrica de Tokyo, puede estar situada sobre una falla sísmica. Los informes elaborados hablaron 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 [10], una periodista especializada en problemas ambientales, hablaba de más de 1000 litros de agua radioactiva vertidos al mar, no del litro y medio del que se habló el primer día después de lo sucedido, y de fugas de isótopos radiactivos en la zona. Los mismos responsables de la central, después de dudas y vacilaciones, lo admitieron finalmente: el terremoto provocó un desastre [11]. Lo sucedido no fue una "pequeña fuga" radiactiva, sin consecuencias para el medio ambiente.

Posteriormente, cuando se calmaron las aguas de la indignación ciudadana, una agencia japonesa divulgó 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 nuclear estuvieron bajo control los días siguientes al accidente. También aceptó el portavoz empresarial que se habían producido emisiones a la atmósfera de "pequeñas cantidades" de sustancias radioactivas como cobalto 60, yodo y cromo 51. Unas 12.000 personas tuvieron que ser evacuadas de Kashiwazaki, una ciudad de 95.000 habitantes situada cerca de la central. El portavoz de TEPCO reconoció que los reactores de la central nuclear fueron diseñados para resistir terremotos, pero sólo, insistió, hasta determinada intensidad, inferior a la magnitud del seísmo registrada aquel lunes de julio de 2007. Con ello se desplomó uno de los últimos y reiterados mitos sobre seguridad de la industria nuclear: la confiada creencia científicista, que no científica, de que es posible construir plantas capaces de resistir todo tipo de terremotos.

El ahora ex primer ministro japonés, Shinzo Abe, declaró poco después de lo ocurrido que creía que las centrales nucleares sólo podían ser gestionadas con éxito contando con la confianza de la ciudadanía. Confianza ciega o cegada, quiso decir. Hace treinta años uno de nosotros [12] ya mencionó que el secreto y la tergiversación empresarial y gubernamental sobre los riesgos ambientales y sanitarios de determinadas actividades industriales habían sido puestos en evidencia de forma notoria durante un accidente nuclear en otro central japonesa, en la Tsuruga. En aquella ocasión, entre enero y marzo de 1981, hubo fugas de los depósitos de residuos de la central, desde los que unos 40.000 litros de líquidos radiactivos se vertieron en las cloacas de la vecina ciudad de Tsuruga, donde 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, unos tres meses después. Luego se supo que la empresa propietaria, la Compañía Japonesa de Energía Atómica, conocía los hechos desde el principio y que hizo todo lo posible para ocultarlos.

Los partidarios de la industria nuclear, no todos ellos científicos ni tecnólogos

informados como es sabido, parecen olvidar un aspecto que es esencial. Los futuros tecnológicos no están asegurados. Cuando los soviéticos enviaron el primer satélite al espacio, el presidente Kennedy afirmó que en cinco años EEUU iba a enviar un hombre a la Luna. Lo lograron, tenían ya antes la tecnología para ello. Pero, con la euforia del momento, inmediatamente después, se habló de otra finalidad que presentaba el mismo desarrollo: vamos a invertir, se dijo, vamos a poner todos los medios de investigación disponibles y vamos a curar el cáncer también en cinco años. Los medios que iba a poner Estados Unidos eran inmensos. Se invirtieron, efectivamente, enormes cantidades de dinero. Han pasado cuarenta años desde entonces y no se ha conseguido. El caso de la llegada a la Luna era una cuestión de inversión, de medios, de dinero, porque ya se tenía una tecnología. La habían conseguido los tecnólogos alemanes en la II Guerra Mundial. Se trataba de desarrollar algo de lo que ya se tenía la teoría y de lo que se poseía también las técnicas iniciales para hacerlo. Respecto al cáncer, sin embargo, seguimos sin encontrar la solución. Sabemos muchas cosas, hemos mejorado mucho. El cáncer se está tratando mejor, mucho mejor, que hace 30 años. Pero no se ha alcanzado una curación. Es la cirugía, es la quimioterapia, pero seguimos teniendo el mismo concepto que se tenía entonces, una noción que sigue siendo rudimentaria [13].

Por más dinero que se ponga, que se ha puesto ya, en temas como la eliminación, reciclaje completo o la trasmutación de residuos, éstos se acaban almacenando. El rechazo del principio de precaución, las apuestas fáusticas incontroladas presentan esos riesgos. La sabiduría y el hacer humanos exigen prudencia, equilibrio, y la industria nuclear y los intereses económicos y militares que la alimentan, no suelen cultivar ninguna de esas virtudes. El corolario son los importantes riesgos que se derivan para la población de muchos lugares del mundo.

Una central nuclear genera electricidad. Además de reducir consumos innecesarios y lograr mayor eficacia, tenemos otros medios para producir esa energía eléctrica. Si en lugar de electricidad se tratase de sillas, armarios de cocina o camas de hospital, y uno de los procedimientos posibles, suponiendo varios en litigio, tuviera peligros e inconvenientes semejantes, ¿alguien que intentase obrar racionalmente y de forma responsable, sin intereses ocultos, apostaría por un procedimiento tan costoso, arriesgado y que produce residuos cuya actividad radioactiva se mantiene miles de años?

PS. Rafael Poch de Feliu señalaba recientemente en su artículo “Alemania y el ‘ajuste simétrico’”[14] una conocida y repetida arista de la situación directamente relacionada con las prácticas y finalidades de la industria nuclear. La decisión del gobierno alemán de Angela Merkel de prolongar una media de doce años la vida de las diecisiete (¡17!) centrales nucleares del país, señalaba, “ejemplifica la situación porque ilustra cuales son las fuerzas y factores que determinan las decisiones. Ha sido calificada de “revolución” por la canciller Merkel. Se trata, dice, de un “recurso puente” que apunta hacia una hegemonía de las renovables en la generación de electricidad a largo plazo. Las compañías eléctricas pagarán para contribuir a esa “revolución” unos 30.000 millones ha dicho el Ministro de Economía, Rainer Brüderle”. Pero, apunta el magnífico corresponsal de *La Vanguardia*, con la prolongación de la vida de las centrales “las compañías podrían ingresar hasta 100.000 millones en beneficios, un buen negocio”. Efectivamente, un buen negocio.

El poder de las multinacionales y las prácticas lobbyistas son descritas del modo siguiente por Poch de Feliu en su trabajo: “Muchos observadores constatan que el haber dado marcha atrás a la ley del año 2000 que regulaba el cierre de las últimas centrales en 2020, lo que denota es el éxito de una política más agresiva del lobby eléctrico ante

la clase política. Todas las compañías tienen a sus lobbystas en los pasillos políticos de Berlín (y de Bruselas), pero en este caso, los propios jefes de los cuatro principales consorcios (Johannes Teysen, de Eon, Jürgen Grossmann de RWE, Hans-Peter Villis, de EnBW, y Tuomo Hatakka de Vattenfall) se han dejado de diplomacia y han intervenido personalmente, saltando al ruedo y criticando la política energética del gobierno hasta lograr un cambio”.

El acuerdo, por si faltara algo en la degustación de privilegiados, está blindado: en caso de cambios en el calendario pactado -por ejemplo, por la acción política de un gobierno adverso a la ampliación de la vida de las centrales que contara con la presencia de “Die Linke”-, las eléctricas pagarían menos.

Wolfgang Mayrhuber, el Presidente de Lufthansa, recordaba Poch de Feliu, “interesado en la supresión de un impuesto al transporte aéreo, se ha quejado de la comprensión que las eléctricas han sabido encontrar en el gobierno. “A nosotros no nos hacen tanto caso”, ha dicho. “Los tiempos de la diplomacia han pasado a la historia”, señala el Handelsblatt”

Hubert Weiger, presidente de la Federación alemana para el Medio ambiente y la protección de naturaleza, recordaba también Poch de Feliu en su escrito, lo señaló con meridiana y cartesiana claridad: “La codicia de las empresas nucleares por conseguir más beneficios determina la política energética del gobierno”.

Notas.

[1] E. Rodríguez Farré y S. 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), y “El poder del lado oscuro de la fuerza: Presiones, falacias e intereses atómico-nucleares”, *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global*, nº 106, 2009, pp. 107-139. Igualmente, Salvador López Arnal: “Nucleares, no. Entrevista a Eduard Rodríguez Farré”. *El Viejo Topo*, nº 224, septiembre 2006, pp. 36-43.

[2] Véase Andrés Pérez, “Los ‘nómadas’ nucleares franceses, a juicio”, *Público*, 1 de junio de 2010, p. 37.

[3] Véase, Harvey Wasserman “El catastrófico aspecto económico de la energía nuclear”, *CounterPunch*. <http://www.rebellion.org/noticia.php?id=86450> (trad. G. Leyens).

[4] A pesar de ello, el gobierno finés, con reducido margen parlamentaria, ha acordado la construcción de dos nuevas centrales.

[5] Laure Noualhat “Francia. Nuestros residuos nucleares se esconden en Siberia”. <http://www.liberation.fr/economie/0101596550-nos-dechets-nucleaires-sont-caches-en-siberie> (traducción de J. Aldao).

[6] “22.000 toneladas de residuos radiactivos alemanes en Rusia”. <http://mir.it/servizi/ilmanifesto/estestest/?p=936> *Il Manifesto* (trad. G. Larrabeiti).

[7] Salvador López Arnal: “Eduard Rodríguez Farré: Una conversación sobre residuos radiactivos y almacenes temporales centralizados”, <http://canariasinsurgente.typepad.com/almacen/2010/03/entrevista-a-eduard-rodriguez-farre-una-conversacion-sobre-residuos-radiactivos-y-almacenes-temporal.html>

[8] Francisco Castejón, “Almaraz tiene que cerrar ya”, *Diagonal*, junio de 2010, p. 18.

[9] E. Rodríguez Farré y S. López Arnal, “El poder del lado oscuro de la fuerza”, art cit, pp. 108-111.

[10] M. Forti, “Japón: el desastre en la central nuclear más grande del mundo acaba con uno de los últimos mitos de la industria nuclear” <http://www.sinpermiso.info/textos/index.php?id=1332> (trad. L. Març).

- [11] E. Rodríguez Farré y S. López Arnal, *Casi todo lo que usted desea saber sobre los efectos de la energía nuclear en la salud y el medio ambiente*, op cit, pp. 188-193.
- [12] Rodríguez Farré, “El síndrome de Tsuruga (Energía nuclear y violencia institucional)”, *Mientras Tanto*, No. 8, 1980.
- [13] Sin olvidar los avances. Antes moría de leucemia casi el 90% de los enfermos; hoy en día se pueden llegar a salvar casi 80% o incluso 90% de los casos.
- [14] <http://www.lavanguardia.es/lv24h/20100912/54002419923.html>

### Capítulo III.

#### **Comentario de texto (sin apenas comentarios) sobre una entrevista en la que un profesor de física e ingeniería nuclear aconseja “serenidad a los gobiernos”<sup>57</sup>.**

Francesc Reventós es profesor de Física e Ingeniería Nuclear de la Universidad Politécnica de Catalunya y, según él mismo se declara, ecologista. Fue entrevistado por Manuel Ansedé para *Público*. La conversación, publicada el martes 15 de marzo de 2011, se produciría probablemente en la tarde del lunes 14.

Cuando respondió, el profesor de la UPC probablemente desconocía algunas de las últimas informaciones que tomo prestadas de un artículo de David Brunat [1] de la mañana del martes.

El único de los tres reactores de la central japonesa de Fukushima que parecía funcionar correctamente, el 2, es el que finalmente ha convertido en posibilidad real una catástrofe nuclear en Japón. Los ingenieros continúan trabajando para enfriar el núcleo del reactor y evitar su explosión. La diferencia con lo ocurrido en los reactores 1 y 3 es que no lo están consiguiendo. Para el presidente de la ASN, la Autoridad de la Seguridad Nuclear francesa, André-Claude Lacoste, "no hay duda de que se ha producido ya un principio de fusión". El mismo presidente de la ASN ha elevado el nivel de alerta hasta el nivel 5 o incluso el 6 (La catástrofe de Chernóbil, 26 de abril de 1986, registró el máximo de la escala, el nivel 7). Estamos, además, “ante una crisis que podría durar semanas”, agregó.

Lo más grave, continúa Brunat, es que los problemas en el reactor número 2 podrían haberse evitado. “De hecho, parecen la obra de un saboteador más que el resultado del trabajo de un grupo de expertos nucleares”. La crisis comenzó tras una explosión en el edificio del reactor 3 que ya había sido anticipada. En cambio, nadie había previsto que la deflagración dañaría el sistema de bombeo para la refrigeración del 2, que hasta entonces funcionaba sin problemas. Varios camiones de bomberos empezaron a bombear agua del mar para evitar el sobrecalentamiento del núcleo pero uno de ellos se quedó sin combustible. No hubo entonces agua suficiente y las barras de combustible que alimentan el reactor quedaron expuestas durante unas dos horas y media.

¿Recuerdan el dicho clásico? Errar es humano. Ya Aristóteles advirtió sobre los errores iniciales insignificantes y los abultados errores finales.

Tampoco tranquilizan las palabras del ingeniero nuclear Masahi Goto que el propio Brunat ha recordado. Goto ha explicado a la BBC que el reactor de Fukushima utiliza una mezcla como combustible: el punto de fusión para una explosión nuclear es más bajo que en otras plantas donde se utiliza combustible convencional. Si ocurriera, añadió, "el plutonio podría esparcirse alrededor de un área el doble de grande que en una explosión nuclear convencional".

No sólo eso: según el ingeniero nuclear, quien por cierto participó en el diseño, “el núcleo del reactor no está preparado para soportar terremotos o tsunamis”. ¡Sus constructores lo sabían!, añadió.

El dilema en el que están inmersos los responsables de la central de Fukushima: enfriar como sea el reactor 2 sin disponer de camiones cisterna suficientes para seguir haciendo lo mismo con el 1 y el 3. Una de las medidas que se han barajado: hacer

---

<sup>57</sup> Autoría: Salvador López Arnal.

agujeros en las paredes de los reactores para disminuir la presión. El peaje: tener que soltar a la atmósfera vapor radiactivo [2].

Francesc Reventós [FR], al ser entrevistado, desconocería seguramente gran parte de lo señalado. Tengámoslo en cuenta. Veamos sus respuestas [3].

Preguntado en primer lugar por si la situación de las nucleares en Japón demostraba que las centrales eran seguras, esta fue su respuesta: “No debemos ser prematuros en el juicio, pero se está demostrando que los reactores de agua occidentales, que son la mayoría que existen en el mundo, son un hito de seguridad y de excelencia”. No ha habido ninguna sorpresa, asegura FR, desde el accidente de Three Mile Island en 1979. Esta es la segunda en más de 30 años: “ha sido necesario un seísmo superior a todos los registrados en la historia en la zona y un tsunami asociado”.

Conclusión, casi repitiendo exactamente las recientes palabras de María Teresa Domínguez, la presidenta del Foro Nuclear: “Esta tecnología sigue siendo excelentemente segura. En Japón han resistido incluso un terremoto y un tsunami superiores a los previstos en sus condiciones de diseño” (Recordemos el comentario de Masahi Goto sobre el diseño del reactor y los constructores).

Tenía sentido testar ahora las 143 centrales de la UE como proponían los ministros de Medio Ambiente fue la segunda pregunta. No, en absoluto. “No tiene sentido hacer pruebas de estrés ahora en las centrales de la Unión Europea”. ¿Por qué no? Porque en Japón se está ante una agresión exterior desmesurada. “¿Tenemos tsunamis en el Mediterráneo? No. ¿Tenemos terremotos en Austria? No”. Ya está, adelante, siempre adelante. ¡Ni Angela Merkel!

Cómo va a afectar la crisis nuclear que se está viviendo en Japón a la opinión pública mundial es la siguiente pregunta. Para FR, el ciudadano debe poder debatir y para ello necesita una formación básica sobre la tecnología nuclear y sus riesgos y ventajas. Desgraciadamente, añade, “este esfuerzo en formación no se hizo cuando se implantó la tecnología”. ¿Y por qué no se hizo? No hay respuesta a este interrogante (Sabido es, por otra parte, que la derecha y los Foros Nucleares hacen todo lo que pueden para ocultar información y restringir los debates: sólo pro domo sua y con coleguillas confiados).

Cambia de tercio FR y se va un poco de tema: “El accidente de Three Mile Island cambió muchas cosas. Hubo una revolución, una gran reforma en la seguridad de las centrales. Se puso la casa patas arriba en el buen sentido y se redobló la seguridad. Los procedimientos desde entonces son rotundamente más seguros”. Se está, asegura, mejor que antes (¿cómo si no?) pero “la gente no lo sabe”. ¡Hay la gente! Y, luego, claro está, más de lo mismo, un poco de lo de siempre: “La opinión pública debe conocer que estamos ante un hecho excepcional que pone en evidencia que sólo hemos tenido dos accidentes en 32 años”.

La siguiente pregunta tiene diana hispánica: ¿puede influir la situación en la decisión del Gobierno español sobre la prórroga de las centrales de Cofrentes y Garoña? Hay que tener la cabeza fría, asegura FR. Hasta ahora, señala sorprendentemente, “todo el mundo estaba hablando de un renacimiento nuclear”. ¿Todo el mundo es todo el mundo o el mundo núcleo-atómico dirigido por el hijo de Manuel de Prado y Colón de Carvajal?

Además, añade el profesor de la UPC, en España, “el número de estudiantes de ingeniería nuclear está creciendo año tras año”. ¿Y? Hay síntomas claros, en su opinión, “de que vamos hacia una nueva era nuclear”. No da cuenta de los síntomas, pero sí de su creencia: “Yo creo que lo que hay que hacer es construir más centrales en nuestro país”. ¡Más madera y dos tazas más! ¡Y eso el mismo día en el que se estaba conociendo nudos de la catástrofe nuclear japonesa! Después de mí, el diluvio. Por lo

demás, ¿no estará asomando aquí una patita el gremialismo o el corporativismo?

“Es sensato tomar una decisión sobre el parque nuclear ahora, como han hecho Alemania o Rusia”, es la penúltima pregunta. Tomar decisiones para ganar votos, señala FR, “sin formar e informar al pueblo, en caliente, no me parece lo correcto”. Hay que pedir más serenidad a los gobiernos, añade. Lo otro, no lo dice, pero parece apuntarlo, es populismo o estrecho cálculo electoralista.

“Si España puede prescindir actualmente de todos sus reactores atómicos” es la pregunta que cierra la entrevista. Para FR, que afirma que también él se considero ecologista, “el verdadero debate es cómo queremos progresar, si queremos estacionar la población mundial”. Hoy por hoy, sostiene, el 100% de energías renovables que defienden algunas organizaciones ecologistas, sin que indique cuáles, no es viable. ¿Por qué? Porque “nuestra economía está fundamentada en la competitividad”. El porcentaje de fuentes de energía renovable debe ir en aumento, admite, pero, añade, son y “tienen que ser complementarias”.

La tesis central de FR: “Parar una planta nuclear hoy significa ser antiecológico”. ¿Por qué? Porque “si se detienen las centrales nucleares, empezaremos a quemar más combustibles fósiles, más carbón y más petróleo”. Y a otra cosa. El modelo competitivo es el modelo competitivo y eso, parece creer FR, es una ley de hierro: el destino inexorable de la especie. Ni medidas de eficiencia ni austeridad ni períodos de transición ni abonar otro tipo de producción y civilización. El resto, esta vez sí, es silencio.

PS: ¿Qué era antiguo, muy antiguo, incluso trasnochado, de gentes sin cintura ni mente flexible hace apenas un semana? Afirmer que la trinidad núcleo-atómica LSB (limpia, segura y barata) era falsa -o mucho más falsa que verdadera- en sus tres nudos centrales. ¿Qué era entonces lo moderno, lo que estaba a la altura de los veloces tiempos que vivimos? Afirmer y defender que en el mix energético español debía jugar un papel importante la industria nuclear. oO científico, lo razonable, lo que no es demagógico. La izquierda, señalaban, debía superar sus complejos y dogmas.

Un ejemplo (y no es de los peores): Manuel Lozano Leyva, “Científicos vs Políticos” (*Público*, 12 de marzo de 2011)[4]: “Los políticos, sobre materias puramente técnicas, hacen a menudo más caso a la opinión pública que a la de los científicos e ingenieros porque, al fin y al cabo, en una democracia la ocupación del cargo de cada uno de ellos depende del pueblo. Además, casi nunca indagan sobre quiénes han formado esa opinión popular y con qué intereses. Normalmente, a lo que conduce esta actitud de los políticos es a un desastre económico. Valgan dos ejemplos. Los científicos asesores del presidente Reagan desaconsejaron el desarrollo de lo que hoy se llama Estación Espacial Internacional basándose en unos argumentos físicos sencillos y meridianos... *Los políticos españoles, como segundo ejemplo, sin hacer el más mínimo caso a los técnicos, se embargaron en una aventura energética basada en mitos populares (contra la nuclear) y fantásticas imprecisiones (las renovables) de la que ahora no saben cómo salir y, cuando lo hagan, el desvarío tendrá un balance económico estremecedor*”. [las cursivas son mías]. Y así siguiendo.

Notas:

[1] David Brunat, “Japón admite una fuga radiactiva tras otra explosión en un reactor”. *Público*, 15 de marzo de 2011, pp. 6-7.

[2] Otro claro indicio de la gravedad de la situación: Estados Unidos ha ordenado a sus fuerzas de rescate, un portaaviones de la Marina entre ellas, que no se acerquen: 100 millas de Fukushima es el límite.

[3] Público, 15 de marzo de 2011, p. 5

[4] <http://blogs.publico.es/ciencias/general/1186/los-enemigos-del-pueblo/>

## Capítulo IV.

### Al servicio de los dictados incesantes del insaciable poder núcleo-eléctrico<sup>58</sup>

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: ¡de 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

---

<sup>58</sup> Autoría Salvador López Arnal

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 CO<sub>2</sub> 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 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.rebellion.org/noticia.php?id=122491>

[7] <http://www.rebellion.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/20100707cdsdiemp\\_1/](http://www.cincodias.com/articulo/empresas/gran-industria-estudia-construir-centrales-nucleares-Zorita/20100707cdsdiemp_1/)

## Capítulo V.

### El baño de Manuel Fraga y los duraderos efectos de un encontronazo atómico<sup>59</sup>

Han aparecido en la prensa española de estos últimos días titulares de ese tenor: “La radiactividad crece en Palomares”. Un apunte histórico-informativo sobre ello. Palomares es una pequeña población de Almería, situada en el término municipal de Cuevas de Almanzora. Hace más de 40 años se produjo un “accidente de aviación” en la zona. Una explicación sucinta de lo sucedido arroja pistas sobre la guerra fría nuclear realmente existente, la gloriosa “independencia nacional” del estado franquista y la protección de la ciudadanía [1].

El accidente se produjo el 16 de enero de 1966, durante una operación de abastecimiento de combustible en vuelo. La colisión ocasionó la destrucción y caída de dos aviones de las fuerzas armadas USA, un octoreactor B-52 y un avión nodriza KC-135 que provenía de Morón de la Frontera, Sevilla, una de las bases usamericanas en España. Fallecieron los cuatro tripulantes del KC-135 y tres de los siete tripulantes del B-52. Los otros militares salvaron su vida.

¿Operaciones de abastecimiento?, ¿un B-52 y un avión nodriza en el espacio aéreo español? En esas fechas, más de 300 superbombarderos B-52 del SAC -Strategic Air Command (Comando Aéreo Estratégico)- se mantenían permanentemente en el aire sobrevolando el planeta [2]. Cada uno transportaba una carga de cuatro bombas termonucleares de 1,5 megatones con un poder destructor 75 veces superior a la lanzada sobre Hiroshima. Las cuatro bombas de cada B-52, con potencia conjunta de 6 megatones, equivalían a más de 300 bombas de Hiroshima. En total, unas 100.000 bombas de Hiroshima se desplazaban por los cielos que observarían Bruno, Kepler y Galileo.

Esta estrategia militar [3], basada en la necesidad inexorable, desde un punto de vista ofensivo militar, de estar lo más cerca posible del objetivo, del hipotético enemigo en caso de urgencia en el ataque o contraataque nuclear, comportaba una estructura militar anexa de apoyo a la aviación norteamericana en todo el planeta. La España franquista de los 25 años de paz formaba parte de ella. Los acuerdos de 1953 entre el general-ísimo Franco y el presidente, también general, Eisenhower, el “Pacto de Madrid”, permitieron bases militares de utilización “conjunta”.

Todo parece indicar que en los tratados firmados entre España y USA en 1953, y en 1963, no se mencionaba, en sus cláusulas conocidas, que aviones norteamericanos, cargados con explosivos atómicos, pudiesen sobrevolar el espacio aéreo español y utilizar las bases para dar soporte logístico y repostar combustible en vuelo. Pero, de hecho, los B-52 salían cada mañana de Seymour Jonson, una base de las fuerzas aéreas norteamericanas en Goldsboro, Carolina del Norte, en dirección a la frontera turco-soviética. Al sobrevolar España repostaban combustible en vuelo, generalmente suministrado por aviones-nodriza de la base aérea norteamericana de Zaragoza en un punto situado entre la ciudad de Vicente Cazarra y Mariano Hormigón y la costa mediterránea. En el caso del encontronazo de Palomares, el avión nodriza provenía de la base de Morón y la maniobra se realizó sobre la costa mediterránea de Almería.

El accidente se produjo cuando el B-52 256 repostaba de regreso a la base de Goldsboro. Como consecuencia de un fallo en la maniobra de acoplamiento,

---

<sup>59</sup> Autoría: Salvador López Arnal

colisionaron las dos aeronaves, se produjo la destrucción y caída del superbombardero y del avión nodriza, y se desprendieron las cuatro bombas termonucleares tipo Mark 28, modelo B28RI. Tres bombas cayeron en tierra y fueron localizadas rápidamente; la otra cayó al mar. Se tardó unos 80 días en localizarla [4]. Dos bombas, que cayeron con sus respectivos paracaídas, se recogieron intactas; una cerca de la desembocadura del río Almanzora, la otra en el mar. Las otras dos bombas cayeron sin paracaídas. Probablemente, la colisión provocó el derrame del combustible del KC-135, del avión nodriza, unos 12.000 litros de keroseno, y también su ignición. Al pasar por la nube de fuego, se quemaron los paracaídas de las segundas bombas. Una de ellas cayó en un solar del pueblo, la otra en una sierra cercana.

Tras el choque violento con el suelo y a causa de la detonación del explosivo convencional que llevaban incorporado esas armas como iniciador, se produjo la fragmentación de las bombas, la ignición de una parte de su núcleo y la formación de una potente nube de partículas compuesta por los óxidos de los elementos transuránicos constitutivos del núcleo fundamental. Al romperse éstas se liberó, vaporizándose, el tritio, hidrogeno-3, radiactivo beta débil, elemento esencial para la reacción de fusión termonuclear definitiva de ese ingenio militar.

La nube de los óxidos de los elementos transuránicos se desplazó. El viento que soplaba en aquellos momentos en la zona dispersó el aerosol que se había formado en los dos puntos de contacto. Sus componentes se depositaron en una zona de unas 226 hectáreas, más de 2 kilómetros cuadrados, que abarcaba, monte bajo, campos de cultivo y zonas urbanas. La zona quedó contaminada por diversos isótopos del plutonio (Pu-239 y cantidades menores de Pu-240) y, en menor proporción, americio 241. La contaminación alcanzó valores superiores a 7.400 Bq de radiación alfa por m<sup>2</sup> en la superficie indicada, con notables diferencias según los suelos considerados [5]. La contaminación alcanzó sus valores máximos en las proximidades de los puntos de contacto de las bombas con el suelo, claro está, disminuyendo con la distancia. Sin embargo, la dirección del viento determinó que en áreas ubicadas a casi 1 km y medio del impacto se registrasen actividades de 420.000 Bq/m<sup>2</sup>. La mayor parte de las viviendas, una zona urbana muy dispersa, quedaron situadas en la zona que no resultó contaminada directamente o que resultó afectada en menor medida [6].

Según un informe del WISE (*World Information Service on Energy: Servicio Mundial de Información sobre la Energía*) de enero de 1986, con información que pudo obtener Greenpeace, a partir del momento del accidente se desarrolló por parte de los EEUU un programa de descontaminación con recogida de vegetales, tierra y fragmentos de los aviones y bombas. Se le llamó la “Operación Flecha Rota”, un plan de contingencia previsto por las Fuerzas Armadas USA en caso de accidente nuclear. Se cree que unas 1.700 toneladas de material contaminado se trasladaron a Estados Unidos en el interior de 5.500 bidones de 209 litros de capacidad. A medida que cada una de las casi 900 propiedades afectadas se “descontaminaban”, se entregaban unos certificados de descontaminación radiactiva firmados por ambas administraciones, la española y la norteamericana. El gobierno de Estados Unidos, por su parte, hizo un seguimiento de los 1.700 soldados y ciudadanos norteamericanos que se desplazaron a la zona. El seguimiento se seguía realizando al cabo de los años [7].

La Junta española de Energía Nuclear, organismo dependiente del Ministerio de Industria y Energía, determinó la contaminación externa de la población de la zona. Concluyó que la población no debía ser evacuada. Antes de ello, algunos vecinos habían sido desplazados de sus viviendas, especialmente los que vivían cerca del lugar donde cayeron las bombas. Unas dos mil personas pasaron los controles de contaminación externa que se realizaron en un cine de Palomares. Veinte años después se desconocían

los estudios. Las fichas de los controles radiológicos externos estaban en poder de Emilio Iranzo, el doctor jefe del plan de vigilancia de la zona desde la fecha del accidente. Posteriormente se controló el acceso a la zona para evitar que otras personas se contaminaran: ciudadanos de Villaricos, Cuevas del Almanzora y del mismo Palomares, y de otras localidades cercanas, se desplazaron a la zona para ver las bombas, movidas por la curiosidad y, desde luego, sin ninguna protección ni advertencia.

No se hizo un estudio en profundidad de lo que quedaba enterrado bajo la superficie. Años después, cuando hubo movimientos de tierra para construcción de viviendas o para usos agrícolas, aparecieron indicios de contaminación soterrada. Los controles de niveles de contaminación interna se limitaron al plutonio 239. Para ello se efectuaron análisis de orina, se seleccionaron 69 personas a las que allí mismo se les recogió una muestra de orina. La muestra de la población se amplió más tarde a 100 personas que fueron trasladadas a Madrid, en grupos de 10, en dos vehículos, siendo atendidos en la División de Medicina y Protección de la Junta de Energía Nuclear. Allí fueron sometidos a una serie de análisis y controles de los que nunca nadie les informó hasta el 6 de noviembre de 1985, casi 20 años más tarde, día en el que, después de una larga campaña, de casi dos años de duración, exigiendo información promovida por las personas afectadas, la JEN les entregó parte de los datos que obraban en su poder.

Los casos de cánceres y enfermedades que los vecinos asociaban a estar sometido a las radiaciones ionizantes nunca fueron detectados en los controles de la JEN. Sobre este punto, la información de la que se ha dispuesto durante muchos años provenía de los propios afectados. En un grupo de ellos se detectaba, veinte años después del accidente, eliminación de Pu 239 en la orina, superior en algunos casos a los máximos considerados “admisibles”, si bien la JEN lo atribuía a contaminación de las muestras en sus propios laboratorios de Madrid. En los años 80 se había comenzado a utilizar para cultivos de invernadero tierras antes incultas, con el consiguiente removimiento de suelo contaminado que exponía al plutonio a los trabajadores y otras personas residentes en esas áreas.

W. H. Langham, jefe de investigación biomédica de Los Álamos National Laboratory de EEUU, el lugar donde estudió en humanos los efectos de los radioelementos y cuyos resultados estuvieron clasificados durante muchos años, dirigió y supervisó todo el proceso. Él mismo se desplazó a Palomares. Se inició con ello el “Proyecto Indalo”. La comisión de Energía Atómica del gobierno norteamericano siguió supervisando un plan de seguimiento, cuyos objetivos, por otra parte, siempre fueron ocultos, y que nunca ha llegado a cubrir al conjunto de la población afectada –o cuanto menos sometida- al riesgo de seguir inhalando plutonio 239 y otros transuránicos.

Eduard Rodríguez Farré, junto a Catalina Eibenschutz Hartman, Salvador Moncada i Lluís y Josep Martí i Valls, participó en un estudio que el CAPS, el Centro de Análisis y Programas Sanitarios, realizó con la ayuda de la Fundación ESICO a mediados de 1985. Algunas de sus reflexiones: “Te señalo sólo algunos puntos. Por ejemplo, durante los primeros días intervino en la zona del accidente solamente personal de las Fuerzas Aéreas de Estados Unidos, nadie más. De hecho, el acuerdo de colaboración entre la JEN y la AEC (la Comisión para la Energía Atómica de los Estados Unidos; Atomic Energy Commission), se firmó el 25 de febrero de 1966, casi 40 días después de la colisión aérea. Hasta ese momento no se tiene información de qué trabajos realizó la JEN en cumplimiento de la legislación que le otorgaba todas las competencias en materia de seguridad nuclear. Es posible que se dejara todo en manos norteamericanas o que la dirección estuviera en sus manos. Por otra parte, no existe documentación o informe alguno en España sobre lo realizado por las FF. AA.

estadounidenses durante la primera fase de descontaminación. Toda la información de la que se disponía por aquellas fechas de esa fase provenía de relatos orales de miembros de la JEN que se desplazaron al lugar del accidente”.

Las acciones inmediatas llevadas a cabo por el personal norteamericano: “[...] recogieron los fragmentos visibles de las bombas; hicieron una recolección de la vegetación cultivada y silvestre contaminada y la enterraron en un pozo de la zona; se lavaron las casas con agua a presión y detergentes, se desconcharon y rascaron. Como dije no se consideró nunca la evacuación de los habitantes de la zona. En las zonas pedregosas contaminadas se trató de eliminar la contaminación mediante herramientas a mano y se eliminó una capa de tierra contaminada de 5 a 10 cm de grosor con actividades superiores a 3,6 millones de Bq, envasándola en bidones que posteriormente, como ya hemos comentado, se trasladaron a Estados Unidos, y que se trataron más tarde como residuos nucleares en el depósito final de Savannah River Plant, en Aiken, Carolina del Sur. El resto de superficie contaminada con actividades elevadas -¿420Kbq?, los datos son discrepantes- fue arado para soterrarlo”.

Las principales conclusiones del estudio, según el propio Eduard Rodríguez Farré, fueron: “En primer lugar, la contaminación residual por plutonio y americio de la zona de Palomares, de toda la zona del accidente, debería haber sido un problema de salud pública de la máxima importancia. Durante algunos años, y no es ninguna exageración, fue la zona habitada de la Tierra con mayores niveles de contaminación por elementos transuránicos. La contaminación residual que quedó a finales de los años 80 tanto por los radionúclidos fijados en el suelo como por los existentes en las áreas que no fueron descontaminadas -unas 100 Ha- fue aproximadamente de 2.500 a 3.000 veces superior a la media depositada en el hemisferio norte por las pruebas atómicas en la atmósfera. Esta situación exigía un tratamiento sanitario-científico adecuado para determinar y sentar las bases de la prevención, y el impacto ambiental y ecológico que supuso y aún supone. En segundo lugar, nunca deben ser aceptables procedimientos de investigación que supongan la exposición experimental humana a riesgos para la salud, mas aún cuando esta investigación se realiza de forma callada y los riesgos no son del todo conocidos. Se dieron en el momento del accidente, y en años posteriores, reiteradas muestras de incapacidad para realizar el abordaje científico que el tema merecía y sigue mereciendo. La JEN mostró un neto desinterés por informar adecuadamente a la opinión pública de sus investigaciones y conclusiones, por no hablar de las probables presiones políticas a las que estuvo sometida. No es de extrañar los recelos con los que mucha gente, y muchos investigadores, observaron a este organismo. De hecho, después de la investigación, nosotros propusimos la creación de una comisión en la que participasen asociaciones y personalidades científicas y técnicas ajenas a la JEN y al CSN, comisión que debería dirigir un plan de investigación adecuado a las necesidades de la situación e informar a la población de su resultado” [el énfasis es mío].

Se han realizado otras investigaciones. ERF ha citado la de Sánchez Cabeza y otros científicos del Departamento de Física y del Instituto de Ciencia y Tecnología Ambientales de la Universidad Autónoma de Barcelona, quienes detectaron en muestras recogidas en 1992 y 1993 concentraciones de plutonio y americio en el plancton de la costa de Palomares, con una actividad unas cinco veces más elevada que la media de otras muestras del Mediterráneo. También en una investigación posterior dirigida por Jiménez-Ramos se corroboró la presencia de americio 241 y plutonio 239-240 e incluso uranio en la superficie de Palomares, lo que ha sido reconocido por el propio Departamento de Energía Estados Unidos.

Pues bien, Miguel Ángel Criado recordaba recientemente [9] que según había denunciado el delegado de Ecologistas en Acción para el caso de Palomares, Igor Parra,

"cada día que pasa, hay más radiactividad" en la zona: han pasado unos 45 años desde que cayeron las cuatro bombas termonucleares "y el tiempo, en vez de tapar el problema, lo está desterrando. El plutonio esparcido por la zona se está descomponiendo en otro elemento, el americio, que es aún más peligroso".

Francisco Castejón, responsable de campañas antinucleares de Ecologistas en Acción y miembro del departamento de Física Teórica del Ciemat, el centro encargado de la vigilancia radiológica de Palomares, ha señalado igualmente que "si el tiempo de desintegración del plutonio es de 27.000 años y han pasado 45 desde que ocurrió el suceso, ya debe haber algunos gramos de americio". Ecologistas en Acción cree que ha llegado el momento de limpiar la zona. El Ciemat realizó su informe de caracterización de la zona y ha elaborado un plan técnico de descontaminación: el coste estimado para tratar los, aproximadamente, 50.000 metros cúbicos de tierra es de unos 25 millones de euros. La limpieza llevaría unos dos años. Tras la criba, según Francisco Castejón, remarcaba el periodista de *Público*, quedarían unos 6.000 metros cúbicos de residuos [10].

Por su parte, el alcalde de Cuevas de Almanzora advirtió a finales de 2010 que daban dos meses de plazo a la Administración para iniciar la limpieza. En caso contrario, se iniciarán las movilizaciones. Se ha propuesto que si no se limpia Palomares, parte de la tierra radioactiva podría acabar en Madrid. Ante la embajada norteamericana o ante la Moncloa, por ejemplo.

Me olvidaba. En la mañana del 10 de marzo de 1966, poco tiempo después del asesinato de Julián Grimau y unos diez años antes de las muertes de Vitoria (Llach: "Campanades a mort"), el ministro de Información y Turismo del general golpista africanista, largo y denso pasado del que, como es notorio, nunca ha renegado, actual presidente de honor o cargo afín del hondamente democrático Partido Popular, Manuel Fraga, decía, fue a bañarse a una playa que se afirmó estaba muy próxima a Palomares en compañía del embajador de los Estados Unidos en España, Angier Biddle Duke [10]. Con aquel baño en pleno mes de marzo, dos meses después del accidente y ante las cámaras de Televisión Española, el paternalismo franquista trató de demostrar a la ciudadanía que aquel accidente nuclear era inocuo, que no tenía importancia alguna, que con el franquismo la paz y la seguridad seguían firmes. La palabra "nuclear" apenas apareció en las informaciones sobre el accidente.

Pero, según parece, el ministro que firmó penas de muerte y el embajador no se bañaron en las playas más próximas a Palomares. La falsedad y la manipulación planificadas eran parte esencial del kernel franquista y de sus señores [11]. Muchos ciudadanos y ciudadanas nos tragamos en su día la píldora, otra más de la interminable receta.

Notas:

[1] Tomo la información 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, capítulo 9º: "Palomares: paz franquista y accidentes nucleares".

[2] Algunas escenas de la magistral "Dr. Strangelove" de Stanley Kubrick, con un inolvidable Peter Sellers y un no menos recordado Sterling Hayden, recuerdan estos vuelos ininterrumpidos.

[3] Estrategia que llevaba y de hecho llevó en algunas ocasiones a la Humanidad al borde del abismo.

[4] Apareció finalmente a unas 5 millas de la costa. Las Mark 28 fueron bombas de hidrógeno diseñadas a finales de los 50, probablemente aún en "activo". Sus

dimensiones: 1,5 m. de longitud y 0,5 m. de anchura; su peso es de unos 800 Kg.

[5] En unas 17 hectáreas se determinaron actividades del orden de 117.000 Bq/m<sup>2</sup> (117 KBq/ m<sup>2</sup>) que eran superadas con mucho en otras 2,2 Ha. Áreas próximas a los puntos de impacto alcanzaron valores extremadamente superiores: 3,7 x 10<sup>7</sup> Bq/m<sup>2</sup> (37 millones de Bq por m<sup>2</sup>). Incluso en algunas zonas las cantidades eran tan elevadas que saturaron los detectores. Rodríguez Farré ha señalado que “es pertinente mencionar que el nivel real de contaminación alfa ha sido controvertido y varía según las fuentes consultadas. Las cifras indicadas son las mínimas reconocidas en su momento por la JEN”.

[6] La zona que tenía mayor contaminación fue la correspondiente a los eriales situados entre colinas al suroeste de Palomares, que distaban un kilómetro y medio de la zona urbana. Todo esto, señaló ERF, está descrito con cierto detalle en un informe del Consejo de Seguridad Nuclear.

[7] Las carcasas de las dos bombas Mark-28 que se recuperaron intactas en Palomares pueden contemplarse actualmente en el Museo Atómico Nacional (National Atomic Museum) de EEUU, en Albuquerque, Nuevo México. El centro ha cambiado su nombre recientemente por el más engañoso de Museo Nacional de Ciencia e Historia Nuclear (National Museum of Nuclear Science and History).

[8] Miguel Ángel Criado, “La radiactividad crece en Palomares, según Ecologistas”, Público, 6 de enero de 2011, p. 27. On line: <http://www.publico.es/ciencias/354890/la-radiactividad-crece-en-palomares-segun-ecologistas>

[9] Miguel Angel Criado recuerda que, según Ecologistas en Acción, el Gobierno español ha decidido en una reunión del pasado 14 de diciembre de 2010 redoblar la presión sobre EEUU para que se haga cargo del coste de la descontaminación y de los residuos.

[10] Fallecido en 1995. El embajador norteamericano of course.

[11] Para una parodia de lo sucedido, con voz de Nodo incluida, véase <http://www.adnstream.com/video/velZbiZsiN/Fraga-en-Palomares-Documento-inedito> (publicidad incluida desgraciadamente)

## Capítulo VI

### **Sobre centrales nucleares, declaraciones inconsistentes y jubilaciones alargadas. ¿Claudicante regreso al pasado?<sup>60</sup>**

Dibujemos un breve panorama de la situación. Más de cuatro millones de parados; una proporción, no definida pero nada marginal, de trabajadores en la economía sumergida sin contratos, sin convenios, sin cotizaciones, sin derechos laborales; un porcentaje de familias que se sitúan por debajo o al límite del umbral de pobreza (que en Catalunya, según las aproximaciones, se sitúa entre el 15 y el 20%) y que, desde luego, esta vez sí, tiene nombre mayoritario de mujer; un proletariado fordista, organizado, que se ve empujado a aceptar el empeoramiento de sus salarios y, lo que es mucho peor, de sus condiciones de trabajo por el razonable y promovido miedo al despido; una dura contrarreforma laboral ya en marcha, otra más, promovida por quien dejó que no iba a decepcionarnos; un porcentaje de sindicación que, sumando elementos heterogéneos, y contradictorios en algunos casos, debe alcanzar el 15% o cifra no alejada; una práctica sindical de “acuerdos” y de desmovilización seguida durante largos años; huelgas generales de sector exitosas (cinco en el caso de la enseñanza pública preuniversitaria catalana), con una fuerte movilización que no consigue rozar ni girar las agresiones (y locuras) patronales y/o gubernamentales tripartitas; una importante huelga general, la del 29-S, que siendo como fue un éxito político-cultural, no consiguió generalizarse a todos los sectores de producción y servicios; una crisis, y la cultura y desinformación que la cubre, que genera ansiedad y miedos inconcretos, pero muy reales, en amplios sectores de las clases trabajadoras; perversos efectos de una abisal y diabólica penetración cultural neoliberal entre numerosos sectores de ciudadanos desfavorecidos; alargamiento de la edad de jubilación tras años de duros trabajos; ofensivas permanentes contra todo lo público, con apropiación privada en el horizonte: lo quieren todo y lo quieren ahora; infame y falsaria valoración de la “iniciativa privada y emprendedora”, con aquiescencia y sumisión de los poderes públicos; desinformación y obsolescencia programada. La lista podría seguir; dejémoslo aquí.

¿Es fácil intervenir sindicalmente en estas circunstancias? No lo es, en absoluto. Miente o no toca realidad quien afirme lo contrario. ¿Hay que situar, por ejemplo, el mantenimiento del puesto de trabajo en un lugar preferente, central, básico, esencial, de las preocupaciones, negociaciones y acciones sindicales? No hay espacio para una duda de esta naturaleza, la respuesta no puede dejar de ser afirmativa. ¿Estamos viviendo los momentos más gloriosos del movimiento obrero y de las fuerzas de izquierda que aspiran ser dignas de ese nombre? Es obvio que no. Así, y en estas, estamos.

Cambio de tercio. Ecologistas en Acción [1] denunciaba ayer la postura pronuclear de UGT y CCOO, que tildaba de surrealista, al igual que criticaba el cambio de orientación del gobierno en el tema. Según la combativa y documentada organización ecologista, lo último de estas ocultadas negociaciones entre sindicatos y gobierno pasaba por la propuesta que el gobierno había hecho a los dos sindicatos mayoritarios: el gobierno aceptaría las reivindicaciones “sindicales” para prolongar la vida a las nucleares si los sindicatos aceptaban la jubilación a los 67 años. En opinión de Ecologistas en Acción, UGT y CC OO harían mejor “en defender los intereses de los/as trabajadores/as y la creación de puestos de trabajo que suponen las energías renovables”

---

<sup>60</sup> Autoría Salvador López Arnal

y no los intereses de la industria nuclear. Sabido es que la prolongación de la vida de las centrales nucleares, además de los riesgos adyacentes que deben sumarse al propio funcionamiento nuclear y del parón colateral de las energías renovables (que se estima generan “cinco veces más puestos de trabajo por unidad de dinero invertida que la energía nuclear”), no supone la creación de nuevos puestos de trabajo, sí, en principio, su mantenimiento, ni ninguna otra ventaja adicional para los intereses de los/as trabajadores/as. Lo contrario es más bien cierto: las centrales nucleares, una vez amortizadas, recuerda Ecologistas en acción, “dan unos pringues beneficios a sus dueños, puesto que se les paga la electricidad producida al triple de lo que les cuesta generarla, en una clara perversión de la competencia que tanto se dice defender en el Ministerio de Industria”. De los desechos, desde luego, ni palabra. Eso no son asuntos de los negocios privados, ni siquiera “externalidades” a tener en cuenta.

M.A.M., B.C.B. y MA [2] informaban el pasado jueves que el gobierno daba marcha atrás y aceptaba mantener Garoña. ¿Y eso a qué venía? Jáuregui, por su parte, admitía que todo valía para alcanzar un acuerdo. ¿Qué acuerdo? Lezcano (¡quién nos ha visto y quién nos ve!), el secretario de comunicación de CC.OO, amenazó con hablar con más claridad sobre las negociaciones porque “los sindicatos estaban hartos”. ¿De qué, por qué? CC.OO. y UGT negaron tajantemente -lo cual, lamentablemente, hace pensar en otros escenarios- la posibilidad de alcanzar acuerdos sobre las pensiones – aceptar, por tanto, los 67 años- a cambio de alargar la vida de las centrales, incluyendo a Garoña o sin incluirla. Sin embargo, el secretario general de Medio Ambiente de CC.OO., Llorenç Serrano, reconoció a *Público* que el alargamiento de la vida útil de las centrales estaba sobre la mesa de negociaciones, aunque, eso sí, añadía, el tema no había sido puesto sobre la mesa por los sindicatos. No es imposible que el gobierno, este gobierno, juegue con cartas tan “sofisticadas”, es decir, tan soeces.

M.A. Marfull y Glòria Ayuso [3] daban cuenta en *Público*, del viernes 21 de enero, que el gobierno había rectificado sus palabras imprecisas del jueves y que mantenía el cierre de Garoña. Contradiendo a Sebastián y Jáuregui, Valeriano Gómez, el ministro de Trabajo, declaró el jueves 20 que “en ningún momento se ha planteado nada que tenga que ver con el cierre de una central” y que, en su opinión, es absurdo la posibilidad de hacer concesiones en la reforma de las pensiones intercambiando cromos con modificaciones de las políticas energéticas.

IU ha apuntado al cerebro de Rubalcaba como ente muñidor de las calculadas contradicciones. No es, en absoluto, una hipótesis descabellada. Todo lo contrario: piensa mal, en este caso, y es probable que aciertes. Cabe eso, y mucho, muchísimo más, en la mente política del primer ministro en funciones. Los sindicatos, por su parte, acusan al gobierno de filtrar datos que, añaden para delimitar posiciones, no son ciertos. ¿Qué está pasando?

Ignacio Escolar [4] dio en su columna del viernes una pista interesante: el presidente del gobierno habla entre sus próximos de la necesidad ineludible de unos nuevos Pactos de la Moncloa, la segunda parte contratante de la parte contratada en 1977. Sin poder entrar ahora en detalle, recuerdo para los más jóvenes que los Pactos de la Moncloa fueron unos acuerdos suscritos en octubre de 1977 entre el Gobierno, entonces de la UCD, que dirigía Adolfo Suárez, y el resto de las fuerzas políticas, sindicales y organizaciones patronales (no recuerdo si la Iglesia católica bendijo el acuerdo pero no es imposible) que, así fueron publicitados, “permitieron la adopción de una serie de medidas monetarias, financieras y laborales para sanear la economía española”. En realidad, los Pactos, junto con la aceptación de la Monarquía y la bandera monárquico-franquista por parte de la izquierda, la entrada y permanencia otánicas y el 23-F, y sus alrededores, garantizaron 35 años de fuerte hegemonía, casi indiscutible de

las derechas españolas (las periféricas no excluidas) o de las fuerzas políticas que ejercieron y siguen ejerciendo como tales. Con ello empezó la desbandada de la izquierda, el desencanto, la liquidación por derribo de la cultura antifranquista y los valores de la izquierda, el postmoderno político-cultural y el triunfo generalizado del “todo vale por la pasta” y de la “muy sabia reflexión” de que cualquier procedimiento era válido, sin apenas acotaciones, para cazar ratones y disfrutarlos sin sentimiento de culpa. De aquellos lodos, este inmenso estercolero no sólo químico, sino radiactivo, político y social. ¿Este es, nuevamente, el sendero que se nos abre ante nuestros ojos? ¿Esta es la política sindical que debemos cultivar? ¿El porvenir era esto, el porvenir va a ser eso?

¿Cómo explicar entonces la que parece actitud pactista de los sindicatos mayoritarios? Más en concreto, dejando aparte la UGT que, mirado como se quiera mirar, no parece tener en su historial reciente tres átomos ni diez fotones de voluntad de resistencia, ¿por qué CC.OO. abona una vía de esas características, más cuando (¡por fin!) la antigua dirección, aquella nefasta dirigencia capitaneada, y el término no es una metáfora, por Fidalgo y Paredes, ha pasado a otros lucrativos quehaceres? Tal vez porque el panorama pinta peor que mal. No hay nada que hacer: los vientos europeos vienen huracanados; la economía del país, conducida por los grandes poderes financieros e industriales con el curioso control de instituciones como el Banco de España y su neoliberal gobernador, está en ruinas postbélicas; las clases trabajadoras no tienen voluntad heroica ni aspiran a ser mártires; la patronal española es dura como el diamante y las periféricas como cinco rocas. Etc, largo etcétera. O pactamos, aunque sea a la baja, muy a la baja, podrá decirse, o nos darán por todos los lados y en el bajo vientre. O mal pacto o peor desastre, esa es la cuestión. No hay otras disyuntivas en escenarios no quiméricos.

Si fuera así, si es así, si la situación se plantea en esos términos, la cuestión sería entonces: ¿y por qué va a pactar la patronal española e instituciones afines, gobierno “socialista” no excluido, cuando pueden obtener más, algo más cuanto menos, apretando los tornillos? ¿Por qué, en última instancia, son un poco generosos? ¿Por qué sienten que sin ello España ya no iría bien? ¿Por qué con lo que van a conseguir ya alcanzan sus objetivos? ¿Por qué aspiran a la paz social de los cementerios que incluyen fosas comunes ocultadas? ¿No había que, una vez caídos, levantarse y seguir adelante? ¿NO era Marcelino Camacho un maestro de los nuestros?

No está claro que la historia de las patronales españolas abonen algún sendero que tengan que ver con los límites, con la prudencia o con la acotación de su codicia insaciable. Pero, más allá de ello, lo que puede significar, lo que va a significar, para las clases trabajadoras españolas un pacto de esa naturaleza va a ser, de nuevo, un enorme regreso social. Una vuelta al pasado, al pasado de los acuerdos forzados, es decir, de las imposiciones realmente existentes, sin intentar cuanto menos combatir con los medios que están a nuestro alcance. Rendirse sin apenas esbozar un intento de rebeldía.

PS: El PP, cuenta Público electrónico [5], 'vende' la necesidad de un gran acuerdo mientras ataca a Zapatero. Pons, nada menos que Pons, ha señalado que su Partido cree que España necesita un acuerdo de la misma magnitud que el de 1977. No lo dudemos entonces: algo se está cocinando, y está a punto de hervir, en los aledaños del poder

Notas.

[1] <http://www.grupotortuga.com/Ecologistas-en-Accion-denuncia-que,14322>

[2] *Público*, 20 de enero de 2011, pp. 16-17.

[3] *Público*, 21 de enero de 2011, p. 16.

[4] Ignacio Escolar, “El Pacto de la Moncloa, 2”, *Ibidem*, p. 52

[5] <http://www.publico.es/357422/el-pp-vende-la-necesidad-de-un-gran-acuerdo-mientras-ataca-a-zapatero>

## Capítulo VII

### La insoportable (y ocultada) impiedad del irracionalismo científico-tecnológico-empresarial<sup>61</sup>

Pensando en el funcionamiento normal de una central nuclear, ha señalado Eduard Rodríguez Farré [1], sin tener en cuenta posibles y nada inverosímiles accidentes, puede afirmarse, sin ningún género de dudas en su documentada opinión, que el principal riesgo para la salud humana de las centrales, y de la industria nuclear en su globalidad, es el proveniente de la generación de residuos radiactivos, que, como es sabido, es inherente a la propia tecnología nuclear. No hay forma de evitarlos, no desaparecen por magia o encantamiento ni por simple y compulsivo deseo corporativo.

Un reactor nuclear es un sofisticado sistema para calentar agua. Para conseguirlo, se utiliza la fisión nuclear, la división del átomo de uranio 235 que al romperse, al fisionarse en la denominada “desintegración nuclear”, produce una enorme liberación de energía térmica y varias docenas de radionúclidos o radionucleidos (esta última, aunque menos usada, sería noción más correcta [2]) o radioisótopos, término no del todo equivalente, residuales radiactivos [3] que tienen aproximadamente un peso atómico que es mitad del uranio 235. Entre el 40% y el 60% de este último.

Existen, por consiguiente, docenas de productos radiactivos generados que van a permanecer ahí, en las centrales o en algún otro lugar, y en algunos casos durante millares de años. Todo ello representa claramente una hipoteca para el futuro pero es también, aunque suele olvidarse, un punto crítico de contaminación ambiental que se origina alrededor de las centrales y en relación al medio ambiente. Con su difusión por la biosfera y su entrada en los ciclos de las cadenas tróficas, existe obviamente la posibilidad de que pueden llegar hasta los seres humanos.

Todo esto, vale la pena insistir digan lo que digan los apologistas de lo nuclear, en la hipótesis del funcionamiento normal, sin accidentes, de las centrales. Se produce, pues, una generación de elementos radiactivos nuevos con anexa difusión ambiental. ¿Por qué esto último? Porque siempre existen pequeños escapes. Hoy por hoy no hay forma de evitarlos totalmente.

Este sería, señalaba el gran farmacólogo internacionalista nacido en el campo republicano de Argelés-sur-Mer, el primer peligro grave de las centrales. ¿Existe algún otro “agujero negro” en el funcionamiento normal de estas centrales? La respuesta es afirmativa.

El segundo punto importante, el segundo “inconveniente” no extraordinario de las centrales, se ubica en que estos diversos tipos de residuos, de núclidos radiactivos, estas toneladas -no estamos hablando de gramos o miligramos- de elementos radiactivos generados en el proceso de fisión para el calentamiento del agua y, recordémoslo otra vez, para la producción de energía eléctrica, estos elementos, decía, que quedan ahí tras el proceso, hay que depositarlos en alguna parte.

Existen para ello actualmente dos procedimientos. Se pueden guardar en las propias centrales esperando encontrar cementerios radiactivos adecuados, objetivo que prácticamente, cuéntese lo que se quiera contar, no se ha logrado hasta la fecha en ningún lugar. Esta primera decisión conlleva que en las centrales, en sus propias instalaciones, haya una piscina, que suele estar a la vista de todos, para que se refrigieren esos elementos.

---

<sup>61</sup> Autoría Salvador López Arnal.

La segunda posibilidad, el camino seguido por dos potencias núcleo-militares, éste es otro punto más de la conocida y peligrosa conexión de los ciclos militar y civil, consiste en el reprocesamiento de los residuos generados. Esta es la opción que han tomado Francia y Gran Bretaña. Estos dos países europeos tienen, respectivamente, las plantas de reprocesamiento de La Hague, en Normandía, y de Sellafield, en Cumbria. “Sellafield” es el nombre actual de una planta de reprocesamiento inglesa que antes llevaba el nombre de “Windscale”. El cambio de denominación, nada inocente, tiene su explicación y nos remite a otro territorio, al ámbito de los accidentes. El de Windscale se produjo en 1957.

Fue el incendio de uno de los reactores de grafito de la central el que provocó la emisión de acerca de 600 TBq [4] de yodo 131, 45 TBq de cesio 137 y 0,2 TBq de estroncio 90. Las cifras relativamente altas de yodo fueron especialmente preocupantes. Un día después del accidente este elemento fue hallado en la leche de una granja ubicada a unos 15 kilómetros del reactor, con una radiactividad de hasta 50.000 Bq/l. En base a la valoración de dosis recibidas, se estima que hubieron decenas de muertes en el Reino Unido debidas a la radiación que llegó a emitirse tras el accidente. Este dato conjetural, señala Eduard Rodríguez Farré, no pudo ser corroborado epidemiológicamente.

Para una hacerse una idea, proseguía el miembro del CANC, de la importancia de aquel accidente basta pensar en que una nube radiactiva llegó a detectarse en Copenhague. Reconocía el socio fundador de CiMA, de Científicos por el Medio Ambiente que se ignoraba todo “de los efectos que pudo causar”.

La central tiene otra historia añadida.

Las investigaciones sobre ella se iniciaron hace unos tres años. Iñigo Sáenz de Ugarte [5] ha informado con fecha 18 de noviembre, que “con la misma dedicación que el doctor Frankenstein”, los responsables médicos de la central nuclear británica de Sellafield, es decir, de la antigua Windscale, “se sirvieron de los órganos de los trabajadores fallecidos para sus investigaciones durante décadas”. Lo hicieron violando la ley y sin pedir permiso a los familiares de los trabajadores. Desde luego. Lo acaba de certificar una comisión de investigación del Parlamento británico al presentar sus conclusiones.

Órganos y huesos eran extraídos de los cadáveres de los trabajadores fallecidos para ser analizados y descubrir posibles efectos de la radiación. ¿Qué pasaba después con los restos? Eran incinerados y la ceniza era examinada con la intención de hallar restos de plutonio. Los órganos más solicitados, señala Sáenz de Ugarte, eran el corazón, el hígado, los pulmones y la lengua. Para ello, el jefe del equipo médico de Sellafield, ex Windscale, Geoffrey Schofield, fallecido en 1985, contaba con la complicidad del tanatorio del hospital de West Cumberland. ¿Qué complicidad? Chapman, un funcionario del tanatorio, extraía un hueso después de la autopsia y recomponía la pierna utilizando un palo de escoba, señala la comisión en su informe. De otra manera, los familiares hubieran descubierto en el funeral que el cuerpo había sido manipulado. Nunca lo supieron.

Era una práctica habitual y conocida. Chapman ha contado que compraba los palos en una tienda y luego pasaba la factura al hospital. La comisión ha descubierto 65 –¡sesenta y cinco!- casos comprobados de este tráfico ocultado de órganos entre 1961 y 1992. Hay que sumar, según parece, otros doce ocurridos en otros centros.

No se llevará el caso a los tribunales. Los hechos investigados son constitutivos de delito desde 2004, recuerda el periodista de *Público*. Schofield trabajaba en la más completa impunidad. Y no precisamente en secreto: “sus jefes sabían lo que hacía y gozaba de la colaboración del hospital”. Los forenses le hacían también favores:

ordenaron autopsias en casos de muerte natural sin que estuvieran justificadas. Schofield ordenaba que abrieran el cuerpo y le entregaran los órganos. Sin más.

"Enterramos una carcasa", dijo el hijo de un trabajador de la central nuclear que murió con 50 años. Tras su muerte, Schofield se ocupó de que le sacaran todos los órganos principales. En el informe de la autopsia consta: "No hay pruebas de que el hombre falleciera a causa de la radiación".

El ministro de Energía, Chris Huhne, claro está, presentó los resultados en el Parlamento británico y pidió disculpas a las familias de los trabajadores por los procedimientos usados. Y más tarde, a otra cosa, que ya tardea.

El marxismo quizá no haya sido, ni deba ser, un humanismo en sentido estricto. Pero el complejo científico-tecnológico-político-empresarial, no sin más y prima facie la ciencia ni las técnicas y tecnologías asociadas, empieza a ser con total claridad para quien no quiera cegarse, lo es de hecho desde hace décadas, más bien un antihumanismo sin bridas. Por ello, no sólo es bueno recordar ahora aquellas optimistas reflexiones de György Lukács sobre el necesidad del humanismo tras la Segunda Guerra Mundial, sino lo que dijo con precisión y belleza el añorado Edward Said: "El humanismo es la única resistencia, e incluso diría la resistencia final, que tenemos contra las prácticas e injusticias inhumanas que desfiguran la historia humana".

Ahora, escribía Sacristán en 1979 en nombre de la redacción de mientras tanto [6], nos sentimos un poco menos perplejos, lo que no quería decir más optimistas, respecto de la tarea que habría que proponerse para que "tras esta noche oscura de la crisis de una civilización despuntara una humanidad más justa en una Tierra habitable, en vez de un inmenso rebaño de atontados ruidosos en un estercolero químico, farmacéutico y radiactivo". La tarea no podía cumplirse con agitada veleidad irracionalista, sino, por el contrario, "teniendo racionalmente sosegada la casa de la izquierda", y renovando la alianza ochocentista del movimiento obrero con la ciencia.

Puede que los viejos aliados, añadía el autor de Sobre Marx y marxismo, tuvieran dificultades para reconocerse. Los dos habían cambiado mucho. La ciencia, la tecnociencia, proseguía Sacristán, porque desde la sonada declaración de Emil Du Bois Reymond sobre el *ignoramus et ignorabimus*, sobre el *ignoramos e ignoraremos*, "llevaba ya asimilado un siglo de autocritica" y el movimiento obrero, advertía de ello hace ya más de 30 años, "porque los que viven por sus manos son hoy una humanidad de complicada composición y articulación". Y eso, añadía entre paréntesis, "aunque los científicos y técnicos siervos del estado atómico y los lamentables progresistas de izquierda obnubilados por la pésima tradición de Dietzgen y Materialismo y Empiriocriticismo no parezcan saber nada de ello".

Notas:

[1] Eduard Rodríguez Farre 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*. Barcelona, El Viejo Topo, 2008, pp. 72-73 y p. 189.

[2] Un radionúclido o radionucleido es un núclido radiactivo que se desintegra emitiendo una radiación ionizante. Esa radiación emitida lo transforma en otro núclido o modifica su nivel de energía.

[3] Residuo radiactivo sería, por tanto, todo material sólido, líquido o gaseoso resultante de la actividad nuclear y/o radiactiva que incorpora una fuerte concentración de radionúclidos.

[4] El becquerelio es una 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 becquerel es una magnitud muy pequeña de actividad, es frecuente el uso de múltiplos del mismo. Así, 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.

Eduard Rodríguez Farré añadía en su definición: “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)”.

[5] IÑIGO SÁENZ DE UGARTE, “Una nuclear británica robó los órganos de sus empleados”. *Público*, 18 de noviembre de 2010, p. 34.

[6] Manuel Sacristán, *Pacifismo, ecologismo y política alternativa*, Barcelona, Icaria-Público 2009, pp. 48-53.

## Capítulo VIII.

### **Residuos radiactivos en almacenes temporales centralizados**

En 2009, la energía nuclear, con origen en la industria militar y con más de 50 años de vida, suponía el 5,9% del total de energía primaria del mundo y un 13,8% de la electricidad. Para muchas personas informadas, su evolución histórica aconseja plantearse su abandono paulatino. Lo sucedido en Japón en marzo de 2011, uno de los grandes desastres de la reciente historia, abona esa senda. En su lugar, ahorro energético, eficiencia, razonable austeridad, nuevas formas productivas y energías renovables.

El proyecto de cementerio nuclear español, el ATC, el almacén temporal centralizado, pretende la construcción de un gran almacén para albergar los residuos radiactivos de alta actividad de las centrales nucleares españolas durante, aproximadamente, unos 60 años. El ATC, obviamente, no estará exento de riesgos: accidentes propios de la inevitable falibilidad humana; terremotos o movimientos sísmicos, aunque sean de escala inferior al de Japón, y escapes de agua radiactiva; seguridad y vulnerabilidad de la última generación de reactores; peligros de futuros derrumbamientos en lugares donde se almacenan residuos, son algunos de los riesgos más destacables.

Se insiste desde diversas e interesadas atalayas en que la oposición al cementerio nuclear se debe a una hábil manipulación del ecologismo y sus fuerzas organizadas de la ignorancia de la ciudadanía, conseguida ésta tras activar sus miedos más atávicos e irracionales. Gentes irresponsables con intereses ocultos, se afirma, agitan mentes indocumentadas. Los izquierdistas de siempre. La siguiente conversación permite calibrar a veracidad de esta infundada acusación al tiempo que traza un mapa actualizado de la situación de la actividad nuclear y de sus problemáticas anexas.

\*

**Podríamos empezar, Eduard, hablando del almacén temporal centralizado, el ATC. Se comentó mucho en la prensa española, en los primeros meses de 2010, el asunto de su ubicación. Se trata de transportar a ese futuro almacén, donde se guardarían, los residuos radiactivos que se generan en las centrales nucleares españolas. Empecemos por el tema de los residuos si te parece.**

Me parece.

#### **¿Qué tipo de residuos se generan en las centrales nucleares?**

El Almacén Temporal Centralizado es un lugar donde se guardarían residuos de alta actividad. Eso sí, existe desde hace años en España, en Córdoba, en el término municipal de Hornachuelos, un almacén donde se almacenan los residuos de baja y media actividad. Es el Cabril, el único cementerio nuclear español hasta la fecha.

#### **¿Qué son esos residuos de baja, media y alta actividad?**

Los de baja y media actividad son fundamentalmente residuos radiactivos que provienen del uso de material radiactivo en medicina, en industria, para determinadas actividades.

### **Un ejemplo.**

Todos los residuos de diagnósticos que se efectúan con isótopos radiactivos. Nosotros, por ejemplo, aquí, en el mismo Instituto [CSIC] de Barcelona, hacemos experimentos en los que se utilizan cantidades pequeñas, muy pequeñas de radiactividad pero que tienen el problema de que, aunque sean cantidades ínfimas o bajas, abultan mucho porque están en solución, y unos pocos, unos mil becquerelios, pueden estar en un litro de solución. Está también lo generado en los hospitales, para el diagnóstico de tiroides por ejemplo. Para hacer diagnósticos de problemas de tumores en huesos se utiliza el tecnecio. Estos productos abultan mucho, tienen poca actividad y hay que manipularlos con cuidado. Antes se tiraban a la cañería, sin más.

### **¿Es costosa su manipulación?**

Su manipulación es muy cara. Es una de las actividades que más dinero nos cuesta. Los recogen, se llevan al cementerio de Hornachuelos, y allí se almacenan. Su control, desde luego, es otro problema. Allí se intentan disminuir de volumen. Pero, en este caso, su radioactividad tiene la característica de ser generalmente de corta vida. El tritio, por ejemplo, lo usamos mucho en nuestro laboratorio, tiene una vida media de 11 años. El carbono 14, en cambio, no; tiene una vida media de 2.400 años, pero también es de baja actividad. En el caso del yodo se trata de pocos días.

**Por vida media de un elemento radiactivo, también llamada “período de semidesintegración”, se entiende la cantidad de tiempo necesario para que se desintegren la mitad de los átomos de un elemento dado. ¿Es el caso?**

Es el caso, has definido bien. Esta vida media de un determinado isótopo es siempre la misma, no depende, por poner un ejemplo, de cuántos átomos tengamos o de cuánto tiempo hayan estado allí.

**Y cuando se habla de baja radiactividad, ¿qué se está queriendo decir exactamente?**

Que la cantidad y la energía de estos productos es baja. La definición de actividad es simplemente la cantidad de radiactividad que existe. Se mide en becquerelios. Es una magnitud física que mide el número de transformaciones nucleares espontáneas, las desintegraciones radiactivas, por unidad de tiempo.

Otra cosa es la energía, la intensidad. Se medía antes en rads y ahora se mide en grays, que son 100 rads y equivalen a la absorción de 1 julio de energía de radiación por un kilogramo de tejido irradiado. Y otra cosa distinta son los factores de exposición, que es lo que miden los sievert, que corresponden a 100 rems y se expresan también en J/kg. Sobre todo esto existen unos criterios aceptados universalmente. Una cosa son productos de larga vida y de alta energía, como es el uranio, como es el plutonio, como es el cobalto 60, y otra cosa son productos de este tipo que comentamos que aunque a veces puedan tener una energía alta las cantidades que se utilizan, comparadas con lo que se produce en un reactor nuclear, son ínfimas. Cuando hablamos de un reactor nuclear no estamos hablando de miles y miles, sino de billones de becquerelios, de 10 elevado a 12 para entendernos. En cambio, en los casos citados, estamos hablando de millares

### **Son 8 ó 9 órdenes de magnitud diferentes.**

Exacto. Y, sobre todo, la energía normalmente no es grande y su manipulación es relativamente sencilla. No quiero decir con ello que no haya riesgos. Los hay. No se pueden diseminar de cualquiera manera, ni arrojar al mar o tirar a la cañería como se

hacia hace treinta años.

**Y todo esto, decías, se almacena en España desde hace muchos años en el término municipal de Hornachuelos.**

Sí, efectivamente, hay todo un sistema montado por la Empresa Nacional de Residuos. Pero el problema ahora es otro. El problema del que estamos hablando no es éste sino el de las cantidades inmensas, con mucha variedad de productos, de elementos radiactivos, de alta energía, y de larga vida, que se generan en los reactores nucleares. Esto no está resuelto, nunca ha estado resuelto.

**Pero, hasta ahora, ¿cómo se ha procedido?**

Actualmente los residuos se mantienen en las centrales nucleares. En España y en la mayor parte de países. No hay ningún país que tenga una solución definitiva para todo esto.

Hasta ahora ha habido dos aproximaciones al problema de los residuos que es, si me permites la expresión, la arista central, la esencia fáustica del asunto.

**¿Esencia fáustica? ¿A qué te refieres?**

Tú pones unos pocos, unos millares de becquerelios de uranio en un reactor nuclear y lo que vas a obtener, por un lado, van a ser billones de becquerelios por la fisión radiactiva, y por otro, la formación de plutonio. La actividad real de un kilo de uranio es muy baja, se filtra con una hoja de papel, porque es una emisión muy pesada. Es una partícula alfa, dos protones y dos neutrones, un núcleo de helio, tiene una masa de 4, mientras que una radiación gamma no tiene masa y una radiación beta tiene la masa del electrón. Estamos hablando, pues, de magnitudes muy pequeñas, pero que tienen una energía muy alta. Para poner un ejemplo: la energía de una emisión alfa del uranio, o del plutonio, es de alrededor 5,6 megaelectronvolts, millones de electronvolts, y la del tritio o la del carbono 14, los elementos que se usan en medicina, es de kiloelectronvolts, de 10 kev. Estamos hablando de magnitudes de órdenes completamente diferentes.

**Así, pues, el problema de estos materiales es su alta energía y su posible diseminación. Por eso hay que contenerlos.**

Efectivamente. Pero en una central no es ese el único problema. Los productos de fisión que se producen son altamente radiactivos, muy activos, millones y millones, billones de becquerelios. Como mínimo sesenta o setenta elementos se generan allí. Algunos de ellos, sabido es, son de vida media corta, pero muchos de ellos son de vida muy larga. Los principales problemas los constituyen el plutonio que se genera con el bombardeo que recibe el uranio 238, que se transformará en neptunio y plutonio, y después los productos en fisión. Estos son los elementos que van a durar miles de años. La gestión usual que se hace es ponerlos en piscinas, en las mismas centrales nucleares.

**¿Y por qué se guardan en piscinas?**

Se ponen en agua, en piscinas, para refrigerarlos porque en toda emisión de radiactividad la energía se disipa en forma de calor. Al fin y al cabo es lo que hace un reactor nuclear: la radiactividad que allí se genera lo que hace es calentar agua.

**¿Y cuándo se llevan a las piscinas estos materiales radiactivos?**

Cada tres o cuatro meses se cambian alrededor de un tercio de las barras de combustible irradiado por otras. Pesan varias toneladas las barras que se cambian. Se ponen de entrada en las piscinas de las mismas centrales, como te decía, para que se

vaya disipando el calor. Hoy por hoy las piscinas se siguen manteniendo activas y es cierto, no tengo ninguna duda sobre ello, que en muchas centrales españolas las piscinas están saturadas.

**Pero, hasta la fecha, ¿qué se han hecho ante este problema del almacenamiento de los residuos?**

Hasta ahora ha habido tres tipos de planteamientos. Uno, claro, es el de seguir teniéndolos en las centrales. El problema que presenta esta alternativa es que ya no caben.

Una aproximación que solo han hecho los franceses y los británicos es reciclar este material. Esta solución ha dado origen a las fábricas de reprocesamiento que hay en La Hague, en Francia, y la antigua y mal afamada Windscale que se transformó por el accidente que tuvo, en Sellafield (le cambiaron el nombre, introdujeron un cambio cosmético).

**¿Y qué se hace en estos centros de reprocesamiento?**

Allí lo que hacen, que es lo mismo que se hacía con los residuos de Vandellós, es recibir los residuos de las centrales y por procedimientos químicos y físicos, fundamentalmente químicos, separar el plutonio de estos residuos e intentar compactarlos después. Una vez separados los más activos, se obtiene lo que más les interesa, tener el plutonio por un lado, el uranio que no se haya gastado por otro, y finalmente compactar lo máximo posible todo los elementos restantes y, no olvidemos, devolvérselo en su momento a quienes han enviado los residuos. Este procedimiento lo usan Francia e Inglaterra y el cliente más importante es Japón.

**¿Japón precisamente! ¿Cómo llegan hasta Europa occidental los residuos japoneses?**

Japón los enviaba hace años en barco a través del canal de Panamá para que llegara a La Hague y Sellafield, sobre todo a La Hague. Hubieron manifestaciones de Greenpeace y de otros grupos y movimientos, y desde entonces los envían por el norte, por el Ártico. La zona, como ves, es una zona menos conflictiva desde el punto de vista de la población pero a pesar de todo es un transporte del que siempre se ha dicho que puede tener un día un accidente y la cantidad de radiactividad que transportan es enorme. El caso de Vandellós I es similar al japonés; en el contrato firmado con la central de reprocesamiento figuraba ese tratamiento.

Aquí hay que hacer una salvedad muy importante. Fíjate que este procedimiento no lo ha seguido Estados Unidos. El sistema lo siguió durante una época pero lo dejó muy pronto.

**¿Por qué?**

Por sucio, porque es altamente contaminante.

**Y lo que se hace en Inglaterra y Francia debe tener un marcado componente militar.**

Desde luego. Es de los centros de La Hague y Sellafield de donde obtienen el plutonio para sus bombas atómicas. Tanto que se habla hoy en día de Persia y de su central nuclear... Cualquier país que tenga una central, si apuestan por el procedimiento sucio de reprocesar los residuos, puede obtener unos cuantos kilos de plutonio en muy poco tiempo. Muchos países europeos, todos los que tienen centrales, si quisieran tener un arma nuclear la podrían tener si invirtieran en seis meses aproximadamente. En poco

tiempo se puede obtener unos cuantos kilos de plutonio a partir de los residuos de las centrales y de su reprocesamiento. De hecho, en mi opinión, lo más probable es que estén en disposición, que tengas planes para ello, de conseguirlo rápidamente.

**Este procedimiento del que hablamos, decías, no se ha seguido nada más que en Francia e Inglaterra.**

En Europa son las dos potencias nucleares que muchas veces olvidamos que siguen siendo y siguen manteniendo y construyendo nuevas armas y destruyendo las antiguas, sobre todo porque hoy en día los sistemas de armas nucleares son mucho más perfeccionados y compactos que los antiguos. Hay cantidad de publicaciones y de estudios desde hace muchos años de cómo está contaminado el mar de Irlanda. Hacia el norte, la radiactividad llega hasta Noruega. En La Hogue pasa lo mismo. La radiactividad va hacia el canal de la Mancha y ahí se han encontrado importantes cantidades radiactivas. El aerosol que forman las olas lleva a la radiactividad hasta varios kilómetros mar adentro.

**Pero, seguramente, ¿habrán habido muchas críticas en torno a todo esto que explicas? Hablas de amplias zonas contaminadas.**

Sí, se han formulado muchas críticas pero como en este asunto está muy presente el componente militar todo ha quedado siempre bastante ocultado. Son más bien datos que aparecen en la literatura científica, a veces, por lo demás, muy controlados. Es cosa, digámoslo así, más bien de expertos. Se habla muy poco de este tema en ámbitos ciudadanos amplios.

**Pero decías que Estados Unidos no ha seguido este sistema.**

No, no lo ha seguido. Lo consideraron muy sucio. Tenían, tienen, unos centros de recogida de material militar en Sabana River, donde precisamente fueron en su momento los materiales radiactivos del accidente de Palomares. Estados Unidos lo intentó en algún momento, hacia los años setenta del pasado siglo, pero el procedimiento era, es muy pero que muy contaminante y, sobre todo, hay muchas probabilidades de accidentes en el interior de las instalaciones porque hay que estar manipulando cantidades enormes de elementos altamente radiactivos y de manejo difícil, con protección.

**Pero en estos momentos tenemos lo que algunos presentan como nueva generación nuclear.**

Todos estos grupos que preconizan actualmente p la nueva generación nuclear han redescubierto ahora lo que ya ha hizo Francia en los años ochenta y noventa. En principio, físicamente, es un hecho, no es una simple hipótesis no corroborada, que ese plutonio puede utilizarse también para reactores nucleares rápidos, lo que llaman en inglés the fast breeder, el realimentador rápido, o el reactor de plutonio, que sólo los ingleses y franceses han construido.

También todo esto se discutió en Estados Unidos en los años setenta pero vieron enseguida que era un problema. Después, además, se comprobó que era completamente ineficaz. Pero la práctica te dice que si juntas un kilo de plutonio y otro de uranio normal, al cabo de un tiempo tienes dos kilos de plutonio porque al ir bombardeando el plutonio, como éste tiene una gran capacidad de emisión de neutrones, de partículas alfa, al bombardear con estos últimos el uranio, este uranio se transmuta el plutonio, con lo cual, con este procedimiento, generas mucho más plutonio. Los franceses que siempre en estos asuntos, hay que reconocerlo, han sido muy osados, han construido

ingenierías muy, digamos, atrevidas pero que realmente no funcionan.

**Los ingleses, los anglosajones son mucho más pragmáticos.**

Sí, sí, ésta es una diferencia importante. Son menos osados, van sobre seguros como en el caso de los reactores. El tipo de reactor de gas, el que había en Vandellós I por ejemplo, era un sistema original francés. Completamente: la refrigeración mediante CO<sub>2</sub>, etc. Pero en la práctica los han cerrado ya todos y hoy en día trabajan sólo con los reactores de agua en ebullición de tipo americano. Francia intentó con el Phenix, y luego con el Superphénix, que quizás recuerdes...

**Sí, recuerdo algo. Los instalaron en el Macizo Central me parece.**

El Superphénix consistía en eso: utilizar el plutonio que tenían las centrales nucleares normales, reprocesarlo, sacar el plutonio, meterlo con uranio,... Todo esto por razones tecnológicas que se me escapan necesita un refrigerante muy denso y para ello utilizaron sodio fundido. De entrada la elección fue muy alucinante, porque cualquiera sabe que si tú tienes sodio normal (en los laboratorios de química el sodio siempre está en forma de barras, sumergido, no recuerdo si en éter o en un solvente orgánico), pero uno de los peligros que cualquier químico advierte es que hay que ir con cuidado con el sodio porque en contacto con el aire se enciende, se inflama. ¿Qué paso entonces con el Superphénix, que por cierto era una máquina, una instalación gigantesca? Pues que pequeñas rupturas de todo el sistema de refrigeración lo incendiaban.

**Les duró poco tiempo.**

Les duró pocos años, lo tuvieron que cerrar. Dos o tres años me parece que llegó a durar.

Los ingleses, inicialmente, también siguieron este camino con un reactor experimental en el norte de Escocia, el Dunreay. Por cierto, el nombre francés del reactor estaba muy bien buscado: Phénix, el ave que renace de las cenizas. Es cultura francesa, en estas cosas son muy lletraferits, muy letraheridos: de las cenizas del reactor nuclear usual reconstruimos algo mucho más potente que es el ave Phénix. Para eso había un prototipo que era el Phénix y después había otro que era el Superphénix. El otro, el de los británicos, que no están por estas exquisitices, le llamaron el reactor de Dunreay porque era el lugar donde habían ubicado el reactor: ¡dejémonos de historias y de cultismos! Dunreay está en el norte de Escocia, en el norte-norte de la costa escocesa. Yo mismo pasé por allí a verlo cuando estuve en Escocia. En una instalación que parece normal, cerca del lugar desde donde se va a las islas Horcadas. En la costa, cerca de allí, se coge el barco para ir a las islas.

**¿Está cerrado actualmente?**

Está cerrado también. Recuerda que estoy hablando de los años ochenta y noventa. Creo que el Dunreay fue cerrado en los noventa y con el Superphénix pasó lo mismo. El Superphénix costó mucho dinero. Era una ingeniería muy, pero que muy costosa. Existía, existe una teoría física detrás, no es ninguna fábula, son hechos comprobados, lo que ocurre es que tecnológicamente es un proceso muy inmanejable.

**Y hoy en día, decías, se vuelve a preconizar todo esto.**

Algunos de los que hablan ahora de las nuevas generaciones de reactores están pensando en esto. No le llaman el supergenerador, le han cambiado el nombre, no sé cómo le llaman ahora exactamente: las nuevas tecnologías, el reciclaje, la cuarta generación de reactores... pero en el fondo es esto: reaprovechemos el plutonio que nos

genera un reactor nuclear, lo ponemos con uranio gastado o uranio normal, uranio 235, y obtengamos más plutonio. “Ponga usted un kilo de plutonio y obtendrá usted dos al cabo de cierto tiempo”: éste sería el lema.

Es otra fuga hacia adelante en este sistema fáustico que hemos iniciado y seguimos abonando: vamos a generar más plutonio con todo el saber y hacer técnicos que sean necesarios y que un día u otro alcanzaremos.

### **Pero esta apuesta los mismos franceses ya la han abandonado.**

Efectivamente. Los franceses ya han abandonado también este intento y, en esto, los Estados Unidos son ultrapragmáticos. En los setenta, se habló de lo que llamaban el SuperBridger, el fast Bridger, el alimentador rápido. El alimentador es el plutonio, el plutonio que alimenta al uranio inyectándole neutrones, etc para transformarlo en plutonio. Pero ellos vieron realmente, como antes te explicaba, que aquello era muy costoso y que no tenían garantías de seguridad. De hecho, ni reprocesan.

### **¿Estados Unidos no reprocesa?**

Estados Unidos nunca ha reprocesado. Tienen depósitos en las centrales, tiene un depósito militar, tiene varios mejor dicho, pero el más importante es el de Sabana River y los otros, los reactores que hacen plutonio para las bombas atómicas que están en Hanford, en Benton, en el Estado de Washington, están ubicados en varios lugares.

### **El sistema de reprocesamiento inglés y francés es, pues, el único que sigue funcionando.**

Exactamente. Pero en las plantas de reprocesamiento tienes que tener también finalmente un almacén. Es lo que ocurrirá en el caso España. A partir del año que viene nos devuelven el material de Vandellós que fue enviado allí en su momento. Los franceses lo han mantenido. Por el contrato que se firmó lo han guardado durante un tiempo, pero a partir de un determinado momento, cuando la radiactividad, que sigue siendo muy importante, ha disminuido y los elementos de vida corta ya han desaparecido, nos devuelven lo que queda, el plutonio y los elementos transuránicos. Los mismo franceses, claro está, tienen que tener a su vez un sistema de almacenamiento para sus propios residuos.

### **Así, pues, esta alternativa, la francesa, la inglesa, para entendernos, implica también un almacén, un almacén final de los residuos reprocesados.**

Sí, claro. La otra posibilidad es no reprocesar nada y tener un almacén donde dejar los residuos de forma provisional porque en las centrales no caben. Hoy por hoy no existe ninguna solución de almacén definitivo y mira que se han gastado dinero en esto, sobre todo los alemanes. En un número reciente de *Nature* se daba noticias de ello. Desde hace muchos años hay fuertes inversiones en esta línea por parte de Estados Unidos y Alemania. Posiblemente de los rusos también. Por cierto, permíteme un paréntesis.

### **Te lo permito.**

Los rusos en la etapa soviética, no sé ahora, siguieron el sistema de reprocesamiento para obtener también plutonio armamentístico. Tuvieron un grave accidente en un centro de reprocesamiento que era parecido al de Windscale y que estaba en los Urales. No recuerdo el nombre exactamente...

### **Creo, te lo habré oído alguna vez, que fue en Kishtim**

Exactamente. Este era también un centro de reprocesamiento, fundamentalmente militar. Nunca ha estado disociado este nudo del sistema nuclear, la relación civil y militar siempre ha estado implicada.

La investigación buscaba encontrar sistemas donde depositar los residuos definitivamente. De hecho, quizá tuviéramos que volver atrás porque en los años cincuenta, hasta los sesenta incluso, lo recordarás seguramente, una de las cosas que se hacía era arrojar al fondo de mar, sin más miramientos, los residuos de las centrales nucleares.

**Pero esto, si no ando errado, hace tiempo que no se practica. Ya que estamos en este asunto: cuando se habla de los residuos en las costas de Galicia ¿de qué se está hablando exactamente?**

Pues que se lanzaban, sin más, cerca de la costa gallega los residuos de las centrales atómicas, de las primeras centrales. Es cierto que en aquellos momentos el volumen era pequeño porque estamos hablando de los años cincuenta y sesenta, en los que las centrales nucleares eran, como mucho, del tipo de la Garoña... o de Zorita, que si no recuerdo mal era aún más pequeña que la de Garoña. Y, además, había pocas.

**¿Y cómo se trasladaban al lugar donde eran lanzados?**

Los ponían en barriles, sobre todo los residuos de baja actividad. Hubieron residuos de alta radiactividad pero fueron pocos. Los residuos de baja actividad, los que antes decíamos que venía de hospitales y que ahora van a Hornachuelos, se metía en barriles, se iba con ellos a la fosa Atlántica que debe tener 3 o 4 kilómetros de profundidad y se iban arrojando allí tan tranquilamente. Y quien dice allí, dice en muchos otros sitios. Al cabo de un tiempo estos barriles se han corroído y toda esta radiactividad se ha ido diseminando por ahí.

Estos residuos de baja actividad, puedo asegurártelo, se echaban en muchos otros sitios. Yo aquí, en España, lo he visto hacer. Se arrojaban a las cañerías, sin más. En los laboratorios clínicos se echaban a la basura y no sabías finalmente donde iban a parar. Estamos hablando de lo que sucedía hace cuarenta, cincuenta años.

**Pero lo que se intentó investigar, y se sigue ahora investigando, era conseguir un sistema que gestionase los residuos de forma definitiva.**

Exacto. Aquí también han irrumpido muchas conjeturas de ciencia ficción alocada.

**Por ejemplo.**

Pues no sé, lanzarlos al espacio se ha comentado alguna vez. Imagínate un cohete que se llena de productos radiactivos; alguno falla de cuando en cuando y, si es el caso, puedes diseminar más material radiactivo que en el accidente de Chernóbil. Las soluciones más serias han ido dirigidas a intentar vitrificar, a incluir estos residuos radiactivos dentro de una masa vitrificada y depositarlos en sitios que sean realmente herméticos. Llegados a este punto se ha hablado normalmente de minas de sal. No sé por qué razones geológicas. Aquí ya me pierdo. Los alemanes tienen depósitos en un sitio llamado Gerlingen y en Asse, en la Baja Sajonia, donde según parece hay problemas ahora.

**Sí, efectivamente, en Asse se empezaron a depositar los residuos en los años sesenta y ahora las mismas autoridades alemanas han reconocido que existen riesgos muy reales porque esas minas han resultado geológicamente inestables y han empezado a llenarse de agua.**

Son minas de sal. Los dejaban en minas que estaban a unos 500 metros de profundidad. Sería como usar aquí, en Catalunya, las minas de Súría. El pozo mayor de las mismas de Súría, el de mayor profundidad, llega a unos mil metros, a mil metros bajo el nivel del mar. Allí hay potasa, por una parte, pero está también la sal vitrificada de cuando aquello era mar.

### **¿Y qué problemas tiene este procedimiento?**

En esta solución se plantean dos problemas. En primer lugar, que la mina escogida sea un lugar en el que aunque la radiactividad se escapase de los contenedores no pueda difundirse permaneciendo a una profundidad de 600, 1.000 metros. Pero es imposible que de ahí no pueda salir. Es igual; por profundo que sea una mina siempre habrá corrientes de agua, estará lleno de capas freáticas, siempre habrá lixiviación, y puede acabar finalmente aflorando a la superficie.

### **¿Y cuál es el segundo problema?**

El otro asunto es que el contenedor donde se guardan los residuos sea permanente. Aquí ha habido ya sonoros fracasos. De esto se habló en *Nature* hace un par de años. Esta solución, lograr vitrificar toda la masa de residuos radiactivos, se ha trabajado mucho en Estados Unidos y en Alemania. Hemos de tener en cuenta que estamos hablando de cantidades importantes. Abultan mucho pero no tanto como sería de esperar por lo que pesa el uranio. Si imaginamos un ladrillo de uranio, un tamaño normal, yo no podría levantarlo. Si es de plomo necesitas las dos manos para levantarlo, pero sí es de uranio no tendríamos fuerzas. Este tamaño que te indico, ese ladrillo uránico, pesaría no sé cuantos kilos exactamente. Muchos, la masa es 235.

Lo que vieron con estas vitrificaciones, en el estudio que realizaron, es que aquí hay un grave problema. Si haces una masa de cerámica, en el fondo esta vitrificación era hacer cerámica, cuando mejor sea la cerámica más hermética será. Hay cerámicas chinas de hace 2.000 años que se han conservado muy bien. Vas a ver cerámicas al museo de Shangai, por ejemplo, de hace más de 1.500 años, y te quedas totalmente alucinado cuando ves que siguen tal cual, perfectas. Los chinos dominaban la técnica de la cerámica, no de la alfarería, desde hace más de dos mil años, porque consiguieron tener hornos muy potentes, de unos mil doscientos grados centígrados.

**Pero entonces esto que explicas, en teoría, es una solución perfecta. Ya está, ya hemos conseguido lo que buscábamos.**

No tan rápido. Ocurre que si tú incluyes en esta cerámica, en esta vitrificación, elementos radiactivos, estos elementos se van desintegrando y toda desintegración, por definición, es una radiación ionizante y la interacción de la radiación con la materia determina ionización y el trayecto de la radiación alfa, de la beta, de la gamma, dentro de la masa de cerámica, la ioniza y hace que se vaya destruyendo. Al fin y al cabo, una estructura de cerámica es una estructura cristalina vitrificada y estas radiaciones ionizantes van rompiendo la estructura y se acaba perdiendo.

### **Todo esto, decías, apareció en *Nature*.**

Todo esto se explicaba en un trabajo que hace unos tres años apareció en *Nature*. Los detalles de la explicación físico-química me los pierdo pero el hecho es que observaron que, en pocos años, un contenedor que tenía que durar miles de años, al cabo de diez años, estaba ya perdiendo porque se había alterado la composición del material cerámico por la misma radiación, por definición de lo que es una radiación ionizante.

### **Y esto sigue así, sin que haya ninguna solución.**

Tal como lo dices. Se sigue hablando de las minas de sal, pero, al fin y al cabo, por lo que tú mismo has comentado al hablar de Asse, en estas mismas minas al final, por más sal vitrificada que haya, siempre puede haber algún movimiento geológico, siempre puede entrar aguas donde llueve mucho, por pequeño que sea el movimiento geológico se puede resquebrajar el contenedor, puede llover mucho como este año que ha llovido de una forma de tan continua y si se inunda, por vitrificada que esté la sal, se acaba disolviendo. Aquí, en Cataluña, tenemos un buen ejemplo.

### **¿Qué ejemplo es éste?**

El del río Cardoner.

### **En la comarca del Bages, en Barcelona, un río muy pequeño.**

Sí, sí. Aunque sea hacer un paréntesis, vale la pena detenernos. El suelo el río Cardoner era sal, sal completamente vitrificada, una especie de salmuera, pero en una mina hicieron un agujero erróneo y tocaron el fondo del río. ¿Qué ocurrió? Que allí se perdió parte de la salmuera, el agua empezó a entrar en mayor cantidad, y lo que era espeso acabó disolviéndose y con ello se ha perdido todo el fondo del río. En lo que estamos comentando, podría suceder lo mismo. Si hay sal y entra mucha agua, acabará disolviéndose. Por ello, sigue siendo un problema que no está resuelto. El otro procedimiento, el de la transmutación, ya es ciencia ficción.

### **¿Transmutación de los elementos? Suena a alquimia.**

A eso suena. El mismo Carlo Rubia, cosa rara en él, ha hablado de ello en algún momento y luego se desdijo. La física, en teoría, puede hacerlo. Si tú bombardeas con neutrones, puedes transformar cualquier elemento en otro. La transmutación de un metal en oro, el viejo sueño alquimista, se ha conseguido hace tiempo. El problema es el coste tan inmenso de la operación y, por otra parte, que tan solo puede hacerse con cantidades ínfimas de materia. No olvidemos que estas transmutaciones se han conseguido con átomos.

### **¿Y dónde se hacen estas transmutaciones?**

En aceleradores lineales. En un acelerador lineal se vaporizan unas cantidades ínfimas, de menos de miligramos, de nanogramos, y después se obtiene oro. Has trasmutado el elemento. Pero son cantidades ínfimas. Aquí, en cambio, estamos hablando de montañas de materiales. Tú no puedes introducir toneladas y toneladas de estos materiales en una máquina gigantesca que vaya bombardeando con neutrones. La persona que afirma esto, sinceramente, no sabe lo que está diciendo. Habla por hablar o, lo que es peor, con ánimo de engañar. Hoy por hoy, se diga lo que se diga, no existe otro procedimiento. ¿Qué solución se les ocurre entonces?

### **Estás hablando de su lógica, de las razones que actúan detrás de su decisión**

Exacto. Desde ese punto de vista: mientras no tengamos otra solución los residuos no caben en las centrales y vamos a guardarlos en almacenes. En este punto entran en acción dos consideraciones, dos alternativas: pongámoslos en subterráneos o mantengámoslos a vista. El criterio más sensato es el segundo, tener este material a la vista.

### **¿Por qué?**

Enterrarlos en algún sitio, y así nos olvidamos de todo ello, tiene el riesgo de que

pueda pasar allí dentro de algunos años, que nunca podremos determinar exactamente, lo que quieras. La solución que se está tomando es tener el material en almacenes, almacenes temporales desde luego, y centralizados. En lugar de tener radiactividad diseminada por todas las centrales del país, guardar los residuos en un sitio que esté controlado. Es lo que ya han hecho los holandeses. No hay muchos otros países todavía pero el momento está llegando. No puede tardar mucho.

**Pero en el caso de Holanda hablamos de un almacén pequeño, de escasas dimensiones. Hay pocas centrales en Holanda, una tan sólo si no ando errado, y de escasa potencia.**

Exacto. Pero aquí, en España, estamos hablando de cantidades grandes de residuos. Lo de Holanda es muy chico, muy pequeño. Aquí, en nuestro país, se han barajado las dos concepciones que te explicaba: enterrarlos y perderlos de vista, lo que hablábamos antes de las minas de sal, guardarlos aunque sea de forma temporal en minas de sal, a 600 metros de profundidad, o tenerlos en un sitio que esté a la vista y que nos permita saber qué ocurre en todo momento. La solución que se intenta adoptar aquí, en España, es esta segunda.

**Supongamos entonces la existencia de ese almacén, supongamos que los materiales no estén enterrados. ¿Quién controla todo este montaje? ¿Qué se hará con ello?**

¿Qué se hará dices? Tenerlo almacenado y vigilarlo. No hay más. Es tenerlo guardado en sistemas compartimentalizados, e intentar disminuir su volumen. Aquí no hay reprocesamiento como en los sistemas sucios de La Hague y Sellafield, el de los franceses y británicos, sino simplemente un almacén.

Un almacén que, claro está, no es un simple almacén. La cosa no es tan sencilla. Implica, entre otras cosas, sistemas semienterrados muy estancos y también sistemas de control continuo. Es necesario un control permanente de estos residuos de alta radiactividad, lo cual implica que tiene que haber blindajes, que todo el personal que trabaje allí ha de estar muy protegido y ha de estar formado y preparado para eventualidades y, por otra parte, hay que intentar con el tiempo disminuir los volúmenes de los materiales depositados. Básicamente es eso.

**¿Y temporal qué significa en este caso?**

Que después de 100 años, pongamos por caso, cuando el almacén esté lleno, habrá que construir otro, seguramente mayor. El uso de temporal remite al concepto “mientras esperamos conseguir la solución definitiva”, el, digamos, “almacén definitivo”. Pero, como te decía, esta solución no la tiene nadie y yo, personalmente, sigo sin ver cómo se podría obtener. No existe actualmente ninguna tecnología que pueda eliminar los residuos de manera definitiva porque seguirán siendo radiactivos durante miles de años. Que exista un contenedor, que algo se pueda contener miles de años dentro de un sistema, sea el que sea, cuesta verlo. Hoy en día no tenemos ni el concepto para pensar sobre ello ni, desde luego, la tecnología para realizarlo. A lo mejor alguien lo descubre, no digo que no, pero hoy por hoy no está a nuestro alcance, y no podemos confiar en la falacia tecnológica de que siempre se descubrirá una solución, que en unos años se descubrirá un sistema adecuado. Llevamos cincuenta años escuchando esa misma canción.

Y no hay ningún motivo, como decías, que permita pensar que esto vaya a ser necesariamente así. Sería un optimista brindar al sol. La cosa pasaría, pues, por el

almacén temporal. ¿Qué implicaría su construcción, su funcionamiento, desde el punto de vista de su impacto sea ambiental o sea en la salud humana?

No hay experiencia. Aquí no podemos almacenar seguridades. Estamos frente al problema, siempre presente, de posibles fugas. Es un lugar de alta actividad, de alta radiactividad, como lo son las piscinas de las centrales. Exige que el personal que allí trabaje esté altamente protegido y, como las centrales nucleares, presenta un problema pero incluso todavía peor, un problema estratégico. Militarmente, si me permites situarme en esa atalaya de análisis, es un objetivo ideal. Si tú quieres liquidar una área inmensa, ya sabes lo que tiene que hacer. En cualquier manual estratégico, siempre se ha hablado de estas cuestiones. Son de lo más vulnerable... Si mañana hubiera una guerra contra un país que tuviera centrales nucleares, el primer objetivo sería bombardearlas.

**Pues Francia, desde este punto de vista, no es un país muy seguro.**

No, no lo es. Francia tiene 55 centrales nucleares, más o menos como Japón. Puedes eliminar Francia con unos cuantos misiles bien dirigidos. No hay protección frente a este ataque. No hace al caso enviar aviones.

**Pongámonos menos bélicos Eduard.**

De acuerdo. Tienes además el problema geológico, el problema de accidentes sísmicos, el problema de la estructura misma donde se guardan los residuos. Tiene que ser una estructura muy estudiada, muy analizada, sin fallos, la que rija en el almacén. Yo no sé, en cambio, no he visto los planos, cómo se hace para disipar el calor que inevitablemente se va a generar, qué sistema se ha pensado para ello. En el momento actual están en piscinas. No sé si los residuos van a estar guardados en un sistema de piscinas, o en un sistema de refrigeración de otro tipo. No lo sé. Por ahora, según creo, no se ha dicho, no está publicado cómo funcionará el almacén. El esquema por fuera, exteriormente, el depósito semisoterrado sí, pero algún sistema de refrigeración tiene que tener porque, aparte de la radiactividad que emiten los residuos, se genera calor.

**Por otra parte, se habla de un único almacén nuclear.**

Para toda España, un único sistema.

**¿Y esto no representa también un problema añadido? Supongamos que fuera Ascó el lugar elegido para el ATC.**

Tiene todos los números. La Generalidad de Catalunya está muy conforme. Es sólo con la boca pequeña que dicen que no. Pero ja els hi va bé.; en el fondo, ya les va bien.

**Quieres decir que políticamente están de acuerdo aunque manifiesten públicamente aristas de disconformidad. Señalan también que Cataluña ya aporta suficiente al sistema nuclear estatal.**

No es el caso. Catalunya recibe más energía de la que genera.

**Pero insisten en que nuestro sacrificio nuclear, el sacrificio nuclear catalán, ya es actualmente muy elevado.**

Sacrificio nuclear... Todo lo que producen las centrales catalanes lo consume Catalunya que es deficitaria en temas energéticos. Cataluña es la nación, la autonomía, la comunidad, lo que se quiera decir, es la zona de España que tiene menos instalaciones eólicas y solares de todo el Estado. Cataluña es deficitaria energéticamente. Necesita

obtener energía de otras regiones.

**Ya que estamos. Este déficit energético del que hablas, ¿cómo lo interpretas?  
¿Crees que es debido a una apuesta de tono bajo por las energías alternativas?**

Yo no tengo datos verificados que permitan afirmar nada.

**Pero en todo caso es un nudo que hay que tener en cuenta**

Es un dato que tenemos, que está ahí. Hay alguna razón, no señalo ninguna en concreto, por la que no se ha favorecido en absoluto la implantación de energías alternativas en Cataluña. Ahora, hace muy poco, se ha aprobado la construcción de un parque eólico. En este tema, ni los convergentes ni los socialistas, nadie se ha movido. Puede verse que en Andalucía y en otros lugares de España se han construido, están en funcionamiento, placas solares enormes. Tienes los sistemas eólicos diseminados por el país. Además, los campos de plantas solares fotovoltaicas que hay en el sur son de los mayores que existen en el mundo.

**Y estas placas solares generan realmente una energía muy limpia.**

Efectivamente. Quizá aquí, en Catalunya, seamos bien pensados, no existe tanto espacio libre como en Andalucía pero las eólicas sí que podrían instalarse. Esto es uno de los motivos que abonan la protesta de personas que muy razonablemente apuestan por este tipo de energías.

Aquí, en Catalunya, no se ha puesto nunca énfasis en este tipo de instalaciones y, en mi opinión, y consistentemente, tampoco se han manifestado de forma contundente contra la instalación del almacén temporal de residuos.

**Vuelvo entonces a nuestro tema. El hecho de que hubiera un almacén centralizado, que sería para toda España, ¿no llevaría anexo un riesgo de accidentes en el transporte?**

Implica, desde luego, el movimiento de materiales radiactivos. Este que señalas, sin duda, es otro de los problemas.

**¿No implica un riesgo?**

Claro, claro. El transporte de material radiactivo y todo transporte implica un problema de gestión, de protección. No son masas pequeñas de materiales, son transportes muy especiales. Tenemos fotografías. Se transportan en una especie de cilindros enormes que llevan en su interior la carga radiactiva. Se llevaría ahí, al ATC, a través de estos medios de transporte, los residuos de las piscinas de todas las centrales españolas. Es igual que el almacén esté en Ascó o esté en otro lugar, en Hornachuelos o en Garoña. El problema es que se va a mover todo, arriba y abajo. Todo esto conlleva, sin duda, no puede ser de otro modo, riesgos de accidentes.

**¿Y el riesgo de la propia instalación?**

¿El riesgo de la instalación? No hay experiencia.

**¿Pero se puede afirmar, como se ha afirmado desde instancias oficiales o próximas, que no hay riesgo real?**

No hay nada que no tenga riesgos. Claro que existen riesgos. Hay riesgo de que fallen las estructuras, por ejemplo. A mi lo que más me preocupa es cómo piensan refrigerar estas masas importantes de elementos altamente radiactivos. Va a haber plutonio, va a haber uranio, se tendrán productos de desintegración de fisión muy

radiactivos que generan mucho calor. El calor que se genera en una central nuclear hay que refrigerarlo. No he visto el diseño de cómo se va a hacer todo esto. Habría que tener información de la estructura de ingeniería pero algo tienen que hacer, desde luego, y esto siempre implica un riesgo de fugas. Al fin y al cabo, en un reactor nuclear, los riesgos de fugas están en los sistemas de refrigeración y en lo que va a la atmósfera de lo que se desprende. En el almacén también tienen que tener un sistema. Una de las cosas de las que apenas se habla es del todo el tritio y el helio que se vierte al aire y que va al agua y a las capas freáticas. Ahora, hace poco, el senado de Vermont, en Estados Unidos, ha obligado a cerrar una central antigua de tipo Garoña porque han demostrado que la capa freática está contaminada con tritio, el hidrógeno radiactivo. De esto, normalmente, cuando se habla de las centrales tampoco se dice nada. Pero, de hecho, se vierten cantidades inmensas de tritio en una central nuclear.

**Cambio de tercio. Déjame leer un argumento que utilizó Miguel Ángel Quintanilla en un artículo de *Público*<sup>62</sup>. El siguiente: “En primer lugar, hay un conflicto entre la política de compensaciones económicas y la gestión correcta de la información científica para hacerla accesible a los ciudadanos. Ciertamente las compensaciones pueden ayudar a que se tomen decisiones con criterios racionales. Pero también contribuyen a complicar la situación. El argumento más obvio reza así: a falta de otra información, si las compensaciones son tan altas debe ser que el riesgo que se asume es muy serio. Sin embargo, esto no es cierto: la probabilidad de que el ATC cause la muerte de una persona por contaminación radiactiva es, sin duda, menor que la de que esa persona muera atropellada por un tractor agrícola”. ¿Qué opinión te merece este argumento? ¿Es razonable? ¿Esa es la probabilidad de accidente del ATC?**

Esto es simplemente una aseveración. ¿Cuál es su fundamento? ¿Qué hipótesis están detrás de ese fragmento que acabas de leer? Me recuerda las posiciones de las gentes del PP que sólo afirman pero casi nunca justifican nada, nunca fundamentaban nada de lo que dicen. Yo no sé de dónde se ha sacado eso que afirma Quintanilla. También antes decían, yo me acuerdo mucho de ello, hace muchos años, que la probabilidad de que se produjese un accidente nuclear era menor que la que te cayera un meteorito en la cabeza.

**Tienes razón, yo también recuerdo esa afirmación. ¿De dónde salió este cálculo probabilístico?**

No sé. En todo caso, lo decían profesores de ingeniería nuclear de la Universidad Politécnica de Barcelona por ejemplo.

**Pero ¿de dónde lo sacaron?**

No lo sé, no conseguí saberlo. Se enfadaron mucho conmigo cuando les pregunté: “Pero ¿qué probabilidad es esa que decís exactamente?” Me dijeron: de 1 entre 100.000. Pues bueno, les respondí, la gente juega a la lotería y a veces le toca, y la probabilidad de que toque la lotería es esa, de 10 elevado a  $-5$ , de 0,00001.

Sea como sea, no sé realmente de dónde salen este tipo de argumentaciones. Desde un punto de vista lógico, que diría tu admirado Quine, la afirmación de que la probabilidad de que ocurra un accidente así es menor que la de la muerte por un accidente de tractor no tiene sentido. Podemos saber la probabilidad de que te atropelle un tractor en España. Supongo que en Tráfico o en algún Departamento de sistemas de accidentes deben haber establecido ese valor, cuántas personas anualmente mueren al

---

<sup>62</sup> Miguel Ángel Quintanilla, “No en mi patio trasero”. *Público*, 9 de febrero de 2010, p. 6.

ser atropelladas por un tractor. Pero cuántas personas mueren por un accidente en un almacén temporal centralizado nadie lo sabe porque no hay ninguno hasta la fecha. Con lo cual si dividimos un riesgo determinado por un valor que es una incógnita, ¿qué tenemos? Nada. Es un silogismo casi escolástico. Un parámetro lo ignoras y el otro lo tienes. No puedes decir de ningún modo que uno es menor que el otro. No tiene sentido una afirmación así.

**No parece tenerlo. Vuelvo a cambiar de tema ¿Y por que crees que el gobierno español está poniendo énfasis en estos momentos en el asunto del almacén nuclear?**

Porque las centrales españolas están saturadas. Les corre mucha prisa. Desde hace varios años. Si te pones en el punto de vista de los tecnólogos o de las personas que gestionan las nucleares, tiene su lógica, tienen sus razones. Tenerlo todo centralizado es mejor que tenerlo disperso. Hay, sin duda, como ya hemos comentado, el riesgo del transporte pero como tengas muchas instalaciones la situación se te complica, es mucho más difícil de gestionar que si lo tienes todo en una instalación única

**Pero eso significa, por otra parte, como tú también decías, que desde un punto de vista militar-estratégico tienes en ese nudo una vulnerabilidad muy alta.**

Precisamente una de las cosas que a mí siempre me asombra es que nunca se piensa en los riesgos militares de estas instalaciones. En Estados Unidos sí que se ha hablado de ello. Puestos a tener residuos mejor tenerlos muy soterrados, precisamente por el peligro militar que representan. Pero en Estados Unidos, como sabemos, siempre están muy obsesionados por la cuestión militar y la seguridad. No sé los rusos como lo tienen organizado pero deben tener una cantidad de residuos nucleares enorme. No sé que solución han adoptado. Esta información circula de forma muy restringida.

**En Francia, por ejemplo, sería ese centro de reprocesamiento del que hablábamos, donde van a parar los residuos.**

Francia ha optado por esa vía. El centro de reprocesamiento recibe esos residuos y cuando los ha compactado y separado, al cabo de algunos años, lo devuelven a las centrales. Y en Francia, en el Ródano, apareció hace algún tiempo la noticia de que tienen uranio por los subterráneos. Son centros militares, son reactores para la obtención del plutonio.

Los franceses han optado por la vía de enviar todo al centro de La Hague, pero fíjate el tráfico nuclear que hay en Francia. Seguramente viajando por Francia nos hemos encontrado todos con un transporte de ese tipo. De las centrales, los residuos van a la Hague; en La Hague pasan un tiempo; los reprocesan, los compactan y al cabo de unos años los devuelven a la central muy disminuidos y separada ya la radiactividad más importante. Gran Bretaña hace lo mismo. Estados Unidos, no; allí tienen los residuos en las centrales, los mantienen allí. Los rusos, como te decían, no sé lo que hacen exactamente.

**Volviendo al caso español. Por qué crees que varios pueblos se han ofrecido para albergar el almacén nuclear conociendo, seguramente, los riesgos que puede comportar.**

La crisis en la que seguimos y permaneceremos más el “poderoso caballero es don dinero” son las claves. Es obvio. Si tú eres el alcalde de un pueblo de 300 habitantes y te ofrecen 8 millones de euros por tener una instalación de este tipo, aunque

se generen tan sólo unos veinte puestos de trabajo para servir comidas y cafés, no te lo piensas mucho. Si además tienen algún detalle contigo, que suelen tenerlo, pues ya me dirás. Hasta la fecha, en los pueblos donde hay centrales, se han dado todas las compras de voluntades que puedas imaginarte. Los pueblos que tienen centrales nucleares, no hablo ahora del almacén centralizado, tienen una serie de instalaciones que la mayor parte de los otros pueblos no tienen.

### **Por ejemplo.**

Si tú vas a Garoña, en Burgos, verás que los pueblos de sus alrededores tienen allí piscinas, sus colegios con instalaciones cuidadas, etc. Para la central nuclear, para las empresas propietarias, el coste de estas instalaciones es, literalmente, la calderilla de su cuenta de beneficios. Son pipas. No olvidemos, además, que las centrales están en pueblos de zonas que son generalmente muy tradicionales. Garoña es un buen ejemplo. Son zonas muy tradicionales desde un punto de vista económico, zonas agrícolas, agrarias, pueblos donde hay muy pocos puestos de trabajo, pueblos que actualmente no tienen ni la cuarta parte de la población que tenían hace setenta años. Es toda la zona del norte de Burgos. Quien dice Burgos dice Extremadura. En Ascó, por ejemplo, en las zonas del Camp de Tarragona, ¿cuántos habitantes quedan allí? Un Ayuntamiento de este tipo vive con lo más precario. La central nuclear le pone millones de euros que para el municipio es una fortuna y para ellos es una nimiedad. Hablar de 8 millones de euros para una central nuclear es hablar de nada. Me parece que Vandellós, cuando tuvo corrosiones, ganaba un millón de euros diarios en verano.

### **¿Un millón de euros diarios?**

Sí, diariamente. Estamos hablando de magnitudes que para un pueblecito pequeño son impensables y que para las empresas propietarias de la central son calderilla, propinas.

### **Pero hubieron muchos pueblos candidatos. No sólo fue Ascó.**

Claro que hubo muchos pueblos que aspiraban a conseguir el ATC. Primero, la información de la gente es escasa, cuando no nula. Segundo, les llevan a pasear y les enseñan lo de Holanda, lo bonito que son las centrales con todo verde y las vacas pastando. Ahí pican, ahí caen, y aparte está, como te decía, que suelen deslumbrarse por las ayudas prometidas y que, además, pueden tener beneficios propios. Pueden existir, no lo sabremos con certeza. Pero simplemente, partiendo de que los comportamientos sean los que deben ser, para un ayuntamiento pequeño el dinero que le ofrecen es tremendo, enorme. Con ellos puede hacer cosas que en otro caso no podría hacer nunca. Campos deportivos, piscinas municipales, el colegios nuevos y arreglados. Todo esto se ve en los pueblos nucleares de los que hablamos. Les pueden montar cualquier cosa, centros para personas mayores, por ejemplo, que no podrían tener seguramente. Son lugares, insisto, que tienen una producción mínima, fundamentalmente agraria o de este tipo.

**Para ir finalizando. Desde el punto de vista de un científico como tú, antinuclear, preocupado por la salud pública y el medio ambiente, lo razonable frente a este tema del almacenamiento de residuos, qué sería.**

Aquí estás realmente ante un callejón sin salida. El problema viene de origen. En el momento que haya centrales nucleares se van a producir residuos altamente radiactivos. Lo hemos comentado. De una cantidad pequeña de radiactividad que pueda tener el uranio que se introduce en una central, pasamos a generar unas cantidades

inmensas de elementos radiactivos. Es inevitable. ¿Qué hacer entonces?

**Eso mismo te estoy preguntando.**

No hay solución. Es inherente al mismo ciclo de tecnología infernal en el que te metes. Lo que comentábamos en otra ocasión: la ley de decaimiento radiactivo implica que en el planeta, en nuestra planeta, la radiactividad ha disminuido desde que se formó. La vida ha evolucionado de forma tal que cuando más reciente es la especie que se ha formado, lo ha hecho en fondos radiactivos menores. Y ahora estamos generando radiactividad y no hay solución para esta generación. No hay forma de contenerla, cada día hay más. A medida que el tiempo pasa, las centrales nucleares van produciendo más residuos pero los otros no han desaparecido. Todo el plutonio que se ha ido produciendo y los otros elementos radiactivos de larga vida están ahí, acumulándose, toneladas y toneladas.

**Qué hacemos con ellos, insisto.**

Yo no conozco ninguna solución. La única solución es aquello tan sencillo que hemos dicho y repetido una y otra vez: que se cierren las nucleares. Estemos activos hoy a no ser que queramos correr el riesgo de estar mañana radiactivos. Si hoy no estamos activos y críticos, mañana podemos sufrir radiaciones. No hace falta apelar a lo sucedido recientemente en Japón para estar convencidos de que esto que acabo de señalar no es sólo un slogan.

**Entonces, en tu opinión, hay que volver a incidir en estos temas.**

Exacto. Hay que volver a decir bien alto y claro que hay que parar este tipo de tecnología. ¿Por qué? Porque es un tipo de tecnología que por definición complica cada vez más la situación. Además es inmanejable.

**¿Inmanejable? ¿Por qué?**

Porque la industria o los intereses económicos se han embarcado en una tecnología que no está solucionado el ciclo o gestión de lo que está generando. Se esta produciendo energía eléctrica, y generamos una enorme cantidad de residuos radiactivos que son peligrosos, que no se pueden diseminar, que hay que contener. Fíjate que si no fueran peligrosos, no tendría sentido lo que a veces afirman. Dicen: la radiactividad de las centrales no es peligrosa; entonces, si no lo es, por qué hay que contenerla. La podríamos tirar al río.

Nadie en su sano juicio puede decir que no hay que tenerla controlada y gestionada para que no disemine. Hay aquí, una vez más, una clara contradicción en mi opinión. Cuando algunas personas sostienen que no ocurre nada, que no pasa nada, que no hay problemas, no están formulando nada sólido ni consistente. Están publicitando un producto.

Si no se para la producción nuclear, vamos a seguir generando lo mismo. Se van a generar cada vez más residuos sin solución sobre cómo contenerlos.

**Las personas, los grupos que apuestan por la vía nuclear, tal como tú decías, parecen hacer un alegre brindis al sol de los nuevos o no tan nuevos descubrimientos tecnológicos. Juntos, afirman entusiasmados, ya encontraremos en el futuro una solución perfecta. Los alarmistas, es decir, los críticos a sus posiciones, alarman por alarman. Siempre ha sido así, son los pesimistas de siempre concluyen.**

Pero esto no es así. Hasta que no se tiene una tecnología que funcione, tú no

puedes embarcarte en algo para lo que necesitas esa tecnología que no dispones. En este caso, una tecnología para destruir los residuos. No existe. Se embarcaron en esta tecnología confiadamente y en muchas ocasiones este optimismo funciona pero en otras ocasiones no.

**Pero en muchas ocasiones. Me vienen a la mente muchos ejemplos...**

Sí, sí, pero los futuros tecnológicos no están asegurados. Cuando los soviéticos enviaron el primer satélite al espacio, el presidente Kennedy dijo: en cinco años vamos a enviar un hombre a la Luna. Lo lograron, tenían ya antes la tecnología para ello. Pero hubo un ejemplo inmediatamente después, con la euforia del momento, que tuvo el mismo desarrollo: vamos a invertir, vamos a poner todos los medios de investigación disponibles, se dijo, y vamos a curar el cáncer también en cinco años. También esto se dijo, lo recuerdo muy bien, en Estados Unidos en los setenta. Hubo mucho optimismo tecnológico. El dinero que va a poner Estados Unidos, se decía, es impresionante. Se invirtió, efectivamente, mucha cantidad de dinero, inmensas cantidades. En cinco años lo venceremos se dijo una y mil veces: si hemos llegado a la Luna, curaremos el cáncer. Han pasado más de 40 años desde entonces. y no se ha conseguido.

**Pero, ¿por qué en un caso sí y en otro no?**

El caso de la llegada a la Luna era una cuestión de dinero, de inversión, de medios, porque ya se tenía una tecnología. Cómo hacer un cohete lo sabía muy bien el ex comandante de las SS Von Braun. Lo habían hecho ya los alemanes en la II Guerra. Se trataba de desarrollar algo de lo que ya se tenía la teoría. Se tenía también la práctica, la tecnología inicial para hacerlo. Para el cáncer seguimos sin encontrar la solución.

**Pero sabemos cosas, hemos mejorado mucho.**

Claro, obviamente. El cáncer se está solucionando mejor, mucho mejor, que hace 30 años. Pero no es una curación. Es la cirugía, es la quimioterapia, pero tenemos el mismo concepto que se tenía entonces, un concepto que sigue siendo muy rudimentario. Pese a todos los avances. Antes se morían de leucemia el 90% y hoy en día se pueden llegar a salvar casi el 80 o incluso el 90% de los casos. Pero son temas distintos. ¿Podemos curar el cáncer? La respuesta es: seguimos sin poder hacerlo hasta el momento, por más dinero que se invierta. A veces las cosas son cuestión de dinero, de medios, de inversiones, pero no siempre lo son porque si no existe el concepto, el conocimiento esencial sobre el problema que quieres manejar no lo vas a poder solucionar aunque consigas avances en su tratamiento.

Por más dinero que se ponga, que ya se ha puesto en nuestro tema de discusión, se acaba almacenando los residuos Pero la historia de la transmutación, la historia del cohete, todo eso sigue siendo simple, mala y confiada retórica.

**Pero curiosamente ahora, eso sí, antes de la catástrofe de Japón, dos países, Italia y Estados Unidos, parecen apostar de nuevo por lo nuclear, parecen abonar el renacimiento nuclear en sus países.**

Aquí, como suele ocurrir, manda la economía. Al fin y al cabo están apostando, una vez más, con dinero público. Pero eso, te recuerdo, ni siquiera el mismo Bush II lo aceptó. Había que apostar por la energía nuclear, comentó, pero que la pague la industria nuclear, y la industria, seamos claros, lo que quiere es que le ponga dinero el Estado. Ese es el gran negocio. Y después de mi, claro está, el diluvio. Italia se había mantenido pero con Berlusconi cualquier cosa es posible, cualquiera cosa.

**Porque el gran negocio de entrada en el caso de las centrales, aunque no sólo en este caso, es su misma construcción.**

Sí. Actualmente son unos 6.000 millones de euros o algo más lo que cuesta simplemente hacer las estructuras. Estamos nuevamente en lo mismo.

Insisto: no tenemos experiencia del almacén, no sabemos qué puede pasar. La práctica muestra que a veces los problemas surgen en donde no has pensado. Se ha pensado en A, B, C y D y el petardo (es decir, el desastre) sale por otro sitio.

**Porque, déjame insistir, el caso de los Países Bajos no sería una experiencia a tener muy en cuenta.**

Es muy reciente y de poca dimensión. No es un buen ejemplo. Nos podemos encontrar con las cosas más inesperadas. Es evidente que hay que buscar zonas que no sean sísmicas, que no se puedan inundar. Vuelvo a pensar en Japón. Pero pueden pasar mil y una cosa que no hayamos pensado.

Me olvidaba: hay otra cuestión que los holandeses tienen muy presente.

**¿Qué cuestión es esa?**

Los riesgos se calculaban en Holanda, un país que está bajo el nivel del mar en la mayor parte de su superficie, del siguiente modo: se establecían estructuras de diques pensado en el riesgo mayor centenario. Cuál había sido de la marea más alta, el temporal más alto, y se establecía entonces un margen de seguridad en función de ello. Después pasaron a calcular el riesgo a 500 años, ya no centenario, y ahora lo están haciendo, si pueden tener registros, a mil años. Aquello era agua en la época romana, eran islas. Ocurrió un temporal en el que las olas eran de 15 metros y, en cambio, nuestros diques son tan sólo de 12 metros de altura. Aquí estamos en un ejemplo de este tipo. Hay que calcular los riesgos milenarios, muy milenarios, en una cosa de la que no hay experiencia. En el Mediterráneo hubo un tsunami brutal, un maremoto brutal en la época romana, hacia el 300 me parece. Está bien descrito en el Gibbon, en *La decadencia y caída del Imperio Romano*. El agua bajó mucho, está muy bien descrito en el libro. Hubo un terremoto en las islas griegas que arrasó en muchos sitios. Llegó hasta la Península Ibérica. Estos son riesgos que tienes que tener en cuenta cuando hablas de cosas que van a durar miles de años.

**Como sería nuestro caso, estamos hablando de elementos de alta radiactividad y de larga vida media.**

Exacto. Por eso este almacén es temporal. Es temporal, provisional mientras no tengamos otra solución.

**Presuponiendo, además, que un día u otro vamos a obtenerla.**

Sí, pero fíjate que hace 50 años ya nos decían que se iba a encontrar una solución, que si la central iba a durar 40 años las cosas ya se solucionarían. En cuarenta años, en la euforia tecnológica de los cincuenta y de los sesenta, cómo no se iba a encontrar una solución definitiva al problema. Pues no, insisto, hoy en día sigue sin encontrarse. Estamos como estábamos.

**Estaría bien hacer una antología de las afirmaciones que se han hecho sobre estas cuestiones en estas últimas décadas.**

Podemos ponernos cuando quieras aunque después de lo sucedido en Japón más de uno enrojecería hasta el desmayo.



## Capítulo IX.

### Fukushima: un Chernóbil a cámara lenta<sup>63</sup>

Para Manuel Sacristán. *In memoriam et ad honorem*

Durante más de medio siglo se le ha dicho y repetido al pueblo japonés que lo que está pasando actualmente en los seis reactores de la central nuclear de Fukushima 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, la tercera empresa eléctrica del mundo, propietaria y gestora de la central siniestrada, y de muchas otras 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 esos sucesos no son infrecuentes, no debería haber ocurrido. Saichii, el reactor I de la central (un BWR, como los restantes reactores, de los que funcionan con agua en ebullición, como el de la central española de Santa María de Garoña), no debería haber sufrido un accidente conocido con el nombre de Station Blackout (SBO), la pérdida total del suministro eléctrico.

Pero existían precedentes y no es extraño, por lo demás, que algunos políticos de la derecha extrema nipona abonen la infamia más insultante. El alcalde de Tokio desde 1999, un político ultranacionalista, Shintaro Ishihara, que destaca por atacar a homosexuales, inmigrantes y mujeres, ha afirmado que el terremoto era un "castigo divino" por el "egoísmo" de los japoneses. Algunos ejemplos.

Un accidente nuclear afectó a la central de Tsuruga hace ahora 30 años [1]. Entre el 10 de enero y el 8 de marzo de 1981, se produjeron fugas de líquidos radiactivos. Unos 40.000 litros de material se vertieron, desde los depósitos de residuos de la central, en las cloacas de la vecina ciudad de Tsuruga, donde residían unas 100.000 personas. El accidente, el más grave desde el comienzo de la nuclearización nipona, no fue conocido por los habitantes de la ciudad, ni por la ciudadanía nipona en general, hasta el 20 de abril, muchos días después de que se produjera. Se supo posteriormente que la empresa propietaria de la central conocía lo que estaba sucediendo desde el principio y que hizo todo lo posible para ocultarlo. Tsuruga ha dado nombre a un síndrome del ocultamiento y la tergiversación.

Segundo ejemplo, finales de julio de 2007 [2]. Un terremoto de intensidad 6,8 golpea la provincia de Niigata, en la isla de Honsu, a 200 km de Tokio y pone fuera de funcionamiento el Kashiwazaki-Kariwa, una gigantesca planta nuclear, una de las más grandes del mundo. Nueve personas fallecen y un millar resultan heridas a causa del terremoto. Se destruyen o 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. La planta, propiedad de TEPCO, se encuentra situada seguramente encima de una falla sísmica. Los informes hablaban 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 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.

---

<sup>63</sup> <http://www.sinpermiso.info/textos/index.php?id=4030>, 20 de marzo de 2011.

Ya entonces un portavoz de la corporación, de TEPCO, 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 estamos oyendo ahora. ¿Podemos creerles?

Tampoco hay que olvidar lo ocurrido en 1999 en Tokaimura [3], a 120 kilómetros al noreste de Tokio, no lejos de Naka-machi, el que se consideraba hasta el momento el accidente nuclear 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 solución de nitrato de uranio enriquecido debido a un error en su manipulación. Los dos trabajadores de la central que participaron en el proceso fallecieron al recibir dosis letales. El Informe de los inspectores de la Agencia Internacional de Energía Atómica constató que se produjo por la manipulación de uranio enriquecido hasta un 19% en U 235 en cantidades tales, 16 kg en total, que superaron la masa crítica, algo más de 2 kilos, iniciándose con ello una reacción de fisión.

Cabe preguntar razonablemente: ¿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 precisión: por razones económicas. No hay que pagar por el agua del mar, sale muy barata, 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, incluso en Tokio, radiocontaminantes, como el yodo-131 o el cesio-137, en la radiación liberada en Fukushima, donde se ha producido la fusión parcial de dos de sus reactores y la liberación de material altamente radiactivo ubicado en las piscinas de residuos. 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 serán 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 el accidente de Chernobil multiplicó por diez los casos de este tipo de cáncer en Centroeuropa). 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: estaban 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. Limpiando y cepillando el cuerpo, el pelo y las uñas con detergente, desechando la ropa. 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 están repartiendo a la población. El tiroides, cuando está repleto de yodo, elimina el que le sobra. Si se satura el tiroides con yodo normal administrando pastillas, se facilita que al inhalar yodo radiactivo, este último no se capte y se elimine rápidamente.

Existen dos tipos de efectos en la salud humana por la exposición a la radiación. Unos efectos 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. Son los que más deben preocupar. Influyen, sabido es, 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. En cambio, si causa una mutación en un gen supresor de tumores, puede aumentar la posibilidad de que se sufra cáncer.

El accidente de Fukushima es un Chernobil a cámara lenta, si bien las causas han sido muy diferentes. 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 por cuánto tiempo funcionarán los intentos de refrigeración de emergencia, helicópteros, bomberos, ni se sabe cuándo se restaurará el abastecimiento normal de energía. No será cuestión de días saber qué comportamientos están teniendo los 6 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 Fukushima. Dentro de seis meses, el perfil de lo sucedido será muy distinto del que tenemos, del que ahora podemos vislumbrar.

Las Fuerzas de Autodefensa de Japón, eufemismo por Ejército de Japón, han arrojado agua de mar desde helicópteros sobre la unidad tres de la planta, dónde los ingenieros intentaban restablecer un cable eléctrico hacia dos de los seis reactores para encender bombas de agua necesarias para enfriar unas varillas de combustible nuclear usado. Se ha arrojado agua también sobre el reactor 3, uno de los que está en situación más crítica. (Intentar “apagar” un fuego radiactivo con agua no deja de ser fútil en opinión de varios físicos nucleares). Si esos procedimientos fallan, la última opción sería enterrar la extensa planta, de 40 años de antigüedad, bajo arena y concreto. Fue el método usado para sellar enormes filtraciones en Chernóbil. Incluso si los ingenieros restauran los sistemas de energía de la planta, las bombas y los circuitos de refrigeración

podrían estar demasiado dañados por el seísmo y el posterior tsunami para poder funcionar.

La mayor parte de los países –China, Estados Unidos, España, entre ellos- están evacuando a sus ciudadanos. El peligro es real, la situación no ha mejorado por el momento. Asimismo, la Unión Europea, los EEUU y los gobiernos de numerosos países han prohibido la entrada de productos de alimentación procedentes de Japón. En el momento de escribir esta nota se ha detectado ya en Tokio la presencia de yodo-131 y cesio-137 en verduras y leche procedentes de regiones próximas a Fukushima. Mientras la radiactividad se está diseminando en dirección Este –según la meteorología predominante- y NE por el Pacífico. El próximo lunes (21 de marzo) cambiará el régimen de vientos y se enseñorearán en los días siguientes sobre la isla de Honshu, donde se encuentra la central, Tokio y demás grandes ciudades, y en donde habita el 83% de los 127 millones de japoneses.

Una escena -“Fujiyama en rojo”- de la que fuera la última película del maestro Akira Kurosawa, “Los sueños” [4], transcurre en una barraca frente al mar. El ambiente se encuentra envuelto en una espesa niebla. Los protagonistas: un joven, un hombre maduro vestido con un elegante traje y una señora desesperada con dos niños en sus brazos.

“Señor.- ¡Este es el fin!

Joven.- Pero, ¿qué pasó? ¿Adónde está toda la gente? ¿Adónde huyeron?

Señor.- Al fondo del mar.

Joven (mirando hacia el mar).- Los delfines, hasta ellos están huyendo; qué suerte tienen, se pueden ir nadando... Señor.- De nada les servirá, los matará la radiactividad... ¡Las nubes! La roja es de plutonio 239, la diez millonésima parte de un gramo causa cáncer. La amarilla, es estroncio-90, se mete dentro... y causa leucemia. La morada es cesio 137, afecta la reproducción, causa mutaciones, da origen a deformidades... La estupidez del hombre es increíble, la radiactividad era invisible y debido al peligro le dieron color. Pero eso sólo no deja saber que nos está matando. La tarjeta de visita de la muerte. Hasta luego... (se despide y se dirige hacia el mar dispuesto a arrojarse por la barranca)

Joven.- ¡Espere! La radiación no mata enseguida...

Señor.- ¿Y que importa? Una muerte lenta es mucho peor...

Señora.- ¡Me niego a morir así! Que mueran adultos, ya han vivido suficiente. Pero los niños aún no han vivido. No es justo.

Señor.- El esperar la muerte no es vida...

Señora.- Nos dijeron que los reactores no eran peligrosos [...] Cero accidente, cero peligro. Esto nos dijeron. ¡Qué monstruoso! ¡Si no los cuelgan por eso, los colgaré yo misma!

Señor.- No te preocupes, la radiactividad lo hará por tí. Lo siento, yo soy uno de los que merece morir... (y se lanza al mar)”.

No hemos aprendido. “No hay fuente de energía alternativa si queremos asegurar una gran cantidad de energía. Para apoyar la economía japonesa no tenemos otra opción que el uso de la energía nuclear. La gente tiene que entender ese punto” [5], ha afirmado Kaoru Yosano, el ministro de Finanzas japonés, tras una reunión del gabinete nipón cuatro o cinco días después del seísmo y la catástrofe. Las gentes, la ciudadanía nipona, los ciudadanos de todo el mundo no entendemos ni ese ni muchos otros vértices de este complejo poliedro donde los intereses y el poder económico irresponsable han jugado un papel esencial, y seguimos reivindicando, con más fuerza, razones y tenacidad que nunca, dos de los mejores lemas de la tradición ecologista crítica e informada: “¿Nuclear? No gracias” y “Mejor activos hoy que mañana radiactivos”.

PS: Este link permite ver el mapa de dispersión del yodo radiactivo desde Fukushima: [http://www.zamg.ac.at/aktuell/index.php?seite=1&artikel=ZAMG\\_2011-03-17GMT09:15](http://www.zamg.ac.at/aktuell/index.php?seite=1&artikel=ZAMG_2011-03-17GMT09:15). Incluye también los mapas en el anexo, desde el 16 hasta el 19 de marzo. Es interesante fijarse en el movimiento de la pluma radiactiva (mapa inferior y el reloj acelerado), especialmente el primer día que fue hacia el oeste. Las previsiones meteorológicas para el área japonesa, así como la previsión de dispersión de la radiactividad de Fukushima, pueden verse también en: <http://www.dwd.de/>

#### NOTAS:

[1] Eduard Rodríguez Farré, “El síndrome de Tsuruga (Energía nuclear y violencia institucional)”, mientras tanto, nº 8, 1981, pp. 15-21.

[2] Eduard Rodríguez Farré y Salvador López Arnal, “El poder del lado oscuro de la fuerza. Presiones, falacias e intereses atómico-nucleares”. Papeles de relaciones ecosociales y cambio global, nº 106, verano 2009, pp. 117-141

[3] 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.

[4] <http://www.argenpress.info/2011/03/la-energia-atmica-debe-dejar-de-ser.html>

[5] Tomado de Ernesto Ekaizer, “A sangre fría”. Público, 16 de marzo de 2011.

## **Anexo: Entrevista a Eduard Rodríguez Farré**

“En el núcleo de un reactor nuclear existen más de 60 contaminantes radiactivos a partir de la fisión del uranio, unos de vida muy larga y otros de vida muy corta, pero casi todos tienen una gran afinidad con nuestro organismo y se acumulan en él, ya que son parecidos a nuestros elementos biológicos”.

Caty Arévalo.

EFE, 13 de marzo de 2011

La radiación "ni se ve ni se huele, pero sus efectos son a largo plazo y dañarán la salud y el medio ambiente durante años", así describe las consecuencias del accidente nuclear ocurrido en una central japonesa, Eduard Rodríguez-Farré, radiobiólogo del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

En una entrevista con Efe, Rodríguez-Farré, del Instituto de Investigaciones Biomédicas de Barcelona, ha asegurado que colegas científicos ya han medido contaminantes como el yodo (radiactivo) o el cesio en la radiación liberada en Fukushima, donde ya se ha producido la fusión parcial de dos de sus reactores ante la falta de refrigeración provocada por el terremoto y maremoto que han azotado el país.

"En el núcleo de un reactor nuclear existen más de 60 contaminantes radiactivos a partir de la fisión del uranio, unos de vida muy larga y otros de vida muy corta, pero casi todos tienen una gran afinidad con nuestro organismo y se acumulan en él, ya que son parecidos a nuestros elementos biológicos", explica el científico.

Rodríguez-Farré, uno de los mayores expertos internacionales en radiaciones nucleares y autor de estudios sobre las consecuencias de la catástrofe nuclear de Chernóbil, afirma que de entre esos 60 contaminantes, los que tendrían mayores consecuencias para la salud humana serían el yodo, el estroncio 90 y el cesio (C-137).

"El yodo afecta inmediatamente y deja mutaciones en los genes, a partir de las cuales se puede desarrollar luego el cáncer de tiroides", sostiene el toxicólogo, quien recuerda que el accidente de Chernóbil multiplicó por diez los casos de cáncer de tiroides en Centroeuropa.

Por su parte, "el estroncio se acumula en los huesos un mínimo de 30 años, como si fuera calcio, y durante años continúa irradiando el organismo; mientras que el cesio queda depositado en los músculos".

Ambos contaminantes "aumentan el riesgo de todo tipo de cánceres, especialmente de huesos, músculos y tumores cerebrales, disminuyen la inmunidad del organismo y aumentan la capacidad de sufrir otras patologías".

Además, "la radiación altera la reproducción", ha recordado este médico, miembro del Comité Científico de "Nuevos riesgos para la salud" de la Unión Europea, y "afecta más a las mujeres que a los hombres".

La explicación estriba en que "los espermatozoides se regeneran totalmente cada 90 días y un espermatozoide alterado desaparece en ese periodo, pero los óvulos están en los ovarios toda la vida, y si un óvulo alterado por la radiación es fecundado posteriormente, habrá malformaciones en el feto, aunque sea años después".

Las consecuencias para el medio ambiente no son menores: "A largo plazo la contaminación nuclear se deposita en el suelo y en el mar, y se incorpora a la cadena trófica, de los peces, que son la base de la dieta en Japón, del resto de animales, de las plantas, la fruta, las verduras...". Este proceso, argumenta el científico, "se va bioacumulando, es decir, va pasando de un ser vivo a otro y va empeorando", y un

ejemplo de ello es el de los "miles de renos que hubo que sacrificar en el Ártico tras Chernóbil, porque estaban absolutamente contaminados a través de los líquenes que habían comido".

Respecto a las medidas a tomar para prevenirse de la contaminación radiactiva, Rodríguez-Farré señala que el contacto con la piel se puede eliminar lavándose con el mismo celo que tiene un cirujano cuando entra a un quirófano: limpiando y cepillando el cuerpo, el pelo y las uñas con detergente; y desechando la ropa.

Más complicado es luchar contra la principal vía de contacto con los contaminantes: "la inhalación", ante la cuál prácticamente sólo son efectivas pastillas de yodo como las que las autoridades japonesas están repartiendo a la población. "El tiroides cuando está repleto de yodo, elimina el que le sobra, así que si tú saturas de yodo normal el tiroides -con las citadas pastillas-, ayudas a que si inhalas yodo radiactivo lo elimines rápidamente", aclara.

## **Epílogo: Un texto de Manuel Sacristán (1983).**

Una política socialista respecto de las fuerzas productivo-destructivas contemporáneas tendría que ser bastante compleja y proceder con lo que podríamos llamar “moderación dialéctica”, empujando y frenando selectivamente con los valores socialistas bien presentes en todo momento, de modo que pudiera calcular con precisión los eventuales “costes socialistas” de cada desarrollo. Esa política tendría que estar lo más lejos posible de líneas simplistas aparentemente radicales, tales como la simpleza progresista del desarrollo sin freno y la simpleza romántica del puro y simple bloqueo. La primera línea no ofrece ninguna seguridad socialista y sí muy alta probabilidad de suicidio. La segunda, para empezar, es impracticable. Ejemplifiquemos eso a propósito de la más fundamental de todas las fuerzas productivas-destructivas objetivas contemporáneas, la ciencia.

La ciencia en el sentido contemporáneo es un conocimiento socializado con proyección técnica más o menos inmediata. De esta última circunstancia se deriva su peligrosidad intrínseca como conocimiento sumamente eficaz: la excelencia de la física como conocimiento, por ejemplo, es la base del armamento nuclear y químico. La reacción romántica a esa circunstancia que consiste en intentar deshacer el camino andado y, en la práctica política, bloquear la investigación, me parece, por de pronto, inviable además de indeseable. La historia documenta bastante bien que todos los intentos de bloquear la investigación en las épocas por nosotros conocidas han fracasado rotundamente. Desde Galileo hasta, desgraciadamente, la propuesta de moratoria en ingeniería genética presentada por Crick y otros Premios Nobel... Por otra parte, esa política tampoco es deseable, porque lo característico de la tecnología contemporánea (como de todo conocimiento en realidad) no es una supuesta bondad o maldad, sino su constitutiva ambigüedad práctica. La misma ingeniería genética, por ejemplo, en la que se pedía una moratoria pensando en los riesgos de su manejo de ciertos virus y en la pesadilla, aun lejana, de intervenciones políticas en el equipo genético humano, es una de las principales esperanzas en la lucha contra el cáncer.

Desde el punto de vista político-moral, la ciencia es ambigua por así decirlo, si no queremos usar la palabra “neutral” lamentablemente satanizada en los ambientes de izquierda (...). Desde un punto de vista político-moral, el producto científico es ambiguo y conlleva por sí mismo un riesgo probablemente proporcional a su calidad epistemológica. No es verdad que una física nuclear practicada por científicos socialistas sea menos peligrosa que la practicada por científicos capitalistas...

Manuel Sacristán (1983)

## BIBLIOGRAFÍA

Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC): IARC study group on cancer risk among nuclear industry workers, new estimates of cancer risk due to low doses of ionizing radiation. An international study. *Lancet* 344: 1039-1043 (1994)

Agencia Internacional de la Energía Atómica (AIEA)/International Atomic Energy Agency (IAEA): *The Chernobyl Forum 2003-2005. Chernobyl's Legacy: Health, Environmental and Socio-Economic Impacts*. IAEA, Viena 2006.

Informe IAEA/PI/A.87Rev2/06-09181

<http://www.iaea.org/NewsCenter/Focus/Chernobyl/index.html>]

Araneta MR, Kamens DR, Zau AC, Gastanaga VM, Schlangen KM, Hiliopoulos KM, Gray GC: Conception and pregnancy during the Persian Gulf War: the risk to women veterans. *Annals of Epidemiology* 14(2):109-116 (2004)

BEIR (Biological Effects of Ionizing Radiation): *Health risks from exposure to low levels of ionizing radiation*. BEIR VII-Phase 2. National Research Council, National Academy of Sciences. National Academies Press, Washington 2006.

Los informes BEIR constituyen una referencia científica importante en el campo de los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes. En esta última publicación se muestra como los riesgos de contraer cáncer para las mujeres y los niños debido a la exposición a dosis débiles de radiación son mucho mayores que para los varones. El libro citado aporta nuevos datos tanto epidemiológicos como experimentales sobre los efectos diferidos de las dosis débiles de radiación ionizante, estimando los riesgos para el cáncer y otros efectos sobre la salud derivados de la exposición a dichas radiaciones.

Botou O, Guizard AV, Slama R, Pottier D, Spira A: Population mixing leukaemia in young people around the La Hague nuclear waste reprocessing plant. *British Journal of Cancer* 87: 740-745 (2002)

Carbonell P, Cruz JL, Eroles J, Martí J, Morrón J, Rodríguez Farré E: *Las radiaciones ionizantes y la salud*. Ediciones del Centre d'Anàlisi i Programes Sanitaris, Barcelona 1988. *Quadern CAPS*. nº 9, enero de 1988

Cirera A, Benach J, Rodríguez Farré E: *¿Átomos de fiar? Impacto de la energía nuclear sobre la salud y el medio ambiente*. Los Libros de la Catarata, Madrid 2007

Coderch M: El fin del petróleo barato. *Foreign Policy* (edición española), octubre-noviembre 2004 [[http://www.fp-es.org/oct\\_nov\\_2004/story\\_5\\_19.asp](http://www.fp-es.org/oct_nov_2004/story_5_19.asp)]

Coderch M: Energía Nuclear. Depende. *Foreign Policy* (edición española), agosto-septiembre 2005 [[http://www.fp-es.org/ago\\_sep\\_2005/story\\_10\\_9.asp](http://www.fp-es.org/ago_sep_2005/story_10_9.asp)]

Coderch M: El espejismo nuclear a la luz de la situación energética mundial (I). *Real Instituto Elcano de Estudios Internacionales y Estratégicos. Área Economía y Comercio Internacional*.— *ARI* 16, 1-11 (2006), 15 febrero 2006

Creus J, Fernández Medrano H, Rodríguez Farré E, Valero J: Centrales nucleares. La estafa atómica. *Alternativas* 4: 11-14 (1977)

Dyer O: WHO suppressed evidence on effects of depleted uranium, expert says. *BMJ (British Medical Journal)* 333(7576), 990 (2006) Durakovic A.: Undiagnosed illnesses and radioactive warfare. *Croatian Medical Journal* 44(5):520-532 (2003)

Eibenschutz C, Moncada S, Martí J, Rodríguez Farré E: *El accidente nuclear de Palomares 1966-1986*. Ediciones del Centre d'Anàlisi i Programes Sanitaris (CAPS), Barcelona 1986. *Quadern CAPS* nº 5, Septiembre 1986

Farnan I, Cho H, Weber WJ: Quantification of actinide  $\alpha$ -radiation damage in minerals and ceramics. *Nature* 445, 190-193 (2007)

Los autores muestran como los contenedores de cerámica para residuos de alta actividad, que deberían ser estables en escalas de tiempo del orden de los 250.000 años en los depósitos geológicos, se dañan por la radiación alfa y calculan que en tan solo 1.400 años perderán sus propiedades de contención.

Ferrer I, Barrón S, Rodríguez-Farré E, Planas AM: Ionizing radiation-induced apoptosis is associated with c-Jun expression and c-Jun/AP-1 activation in the developing cerebellum. *Neuroscience Letters* 202 (1-2), 105-108 (1995)

Gofman JW: *Radiation and Human Health*. Sierra Club Books, San Francisco 1981.

Libro "clásico" sobre los efectos de las radiaciones ionizantes en la salud, escrito por un científico nuclear que también se hizo médico para comprender mejor la incidencia de la energía nuclear en la patología

Gofman JW: [Radiation-Induced Cancer from Low-Dose Exposure: An Independent Analysis](#). Committee for Nuclear Responsibility Books, San Francisco, 1990. [ISBN 0-932682-89-8] Disponible en: <http://www.ratical.org/radiation/CNR/>

Gray GC, Gackstetter GD, Kang HK, Graham JT, Scott KC.: After more than 10 years of Gulf War veteran medical evaluations, what have we learned? *American Journal of Preventive Medicine* 26(5): 443-452 (2004)

Greenpeace: *The Chernobyl Catastrophe.– Consequences on Human Health* (General Editorship: A Yablokov, I Labunska, I Blokov). Amsterdam 2006 Disponible en: <http://www.greenpeace.org/chernobylhealthconsequencesreport.pdf>

Gustavsson P, Talback M, Lundin A, Lagercrantz B, Gyllestad PE, Fornell L: Incidence of cancer among Swedish military and civil personnel involved in UN missions in the Balkans 1989-99. *Occupational and Environmental Medicine* 61(2): 171-173 (2004)

Hall P, Adami HO, Trichopoulos D, Pedersen NL, Lagiou P, Ekblom A, Ingvar M, Lundell M, Granath F: Effect of low doses of ionising radiation in infancy on cognitive function in adulthood: Swedish population based cohort study. *BMJ (British Medical Journal)*. 328(7430):19-23 (2004)

Investigación epidemiológica sueca que muestra como el desarrollo intelectual es adversamente afectado cuando el cerebro infantil es expuesto a dosis bajas de radiaciones ionizantes, manifestándose en las funciones cognitivas del adulto.

Halliday J, Cumings B: *Korea. The Unknown War*. Viking Press, London 1988.

Herrera Plaza, José (director): *Operación Flecha Rota*. Documental sobre el accidente nuclear de Palomares (96 min). Pitaco Producciones 2007 [existe versión en inglés: *Broken Arrow. Nuclear Accident in Palomares (Almería)*. <http://www.pitacoproducciones.com/ficha.html>]

Jiang GC, Aschner M: Neurotoxicity of depleted uranium. Reasons for increased concern. *Biological Trace Element Research* 110(1), 1-17 (2006)

[Jiménez-Ramos MC](#), [Barros H](#), [García-Tenorio R](#), [García-León M](#), [Vioque I](#), [Manjón G](#): On the presence of enriched amounts of <sup>235</sup>U in hot particles from the terrestrial area affected by the Palomares accident (Spain). *Environmental Pollution* 145 (2): 391-394 (2007)

Lambert B: Welsh tritium. *Journal of Radiological Protection* 21: 333-335 (2001)

[Likhitarov I](#), [Kovgan L](#), [Vavilov S](#), [Chepurny M](#), [Ron E](#), [Lubin J](#), [Bouville A](#), [Tronko N](#), [Bogdanova T](#), [Gulak L](#), [Zablotska L](#), [Howe G](#): Post-Chernobyl thyroid cancers in Ukraine. Report 2: risk analysis. *Radiation Research* 166(2): 375-386 (2006)

López-Abente G, Aragonés N, Pollán M: Solid-tumor mortality in the vicinity of uranium cycle facilities and nuclear power plants in Spain. *Environmental Health Perspectives* 109, 721-729 (2001)

López-Abente G, Aragonés N, Pollán M, Ruiz M, Gandarillas A: Leukemia, lymphomas, and myeloma mortality in the vicinity of nuclear power plants and nuclear fuel facilities in Spain. *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention* 8(10), 925-934 (1999)

Las dos publicaciones de López-Abente y colaboradores constituyen uno de los escasísimos estudios científicamente sólidos efectuados en España sobre los efectos de la industria nuclear en la salud pública

López Arnal, Salvador: “Nucleares, no. Entrevista a Eduard Rodríguez Farré”. *El Viejo Topo*, nº 224, septiembre 2006, pp. 36-43.

Markotic A: Balkan síndrome. *Lancet* 359(9301):166 (2002)

Masson M, Siclet F, Fournier M, Maigret A, Gontier G, Bally du Bois P: Tritium along the French coast of the English Channel. *Radioprotection* 40 (Suppl 1): S621-S627 (2005)

May J: *The Greenpeace Book of the Nuclear Age. The Hidden History, the Human Cost*. Pantheon Books, New York 1989

Megara, John: *Dropping Nuclear Bombs on Spain.– The Palomares Accident of 1966 and the U.S. Airborne Alert*. MA Thesis, Department of History, The Florida State University, Tallahassee 2006

[Puede obtenerse en <http://etd.lib.fsu.edu/theses/available/etd-04102006-115019> ó en <http://de.scientificcommons.org/17689411>]

Tesis doctoral en historia que analiza ampliamente los diversos aspectos militares,

políticos y ambientales implicados en el accidente nuclear de Palomares

Montcada S, Ramís O, Rodríguez Farré E: El accidente nuclear de Palomares. Consideraciones epidemiológicas. En: *Aplicaciones de la epidemiología a los estudios de los efectos ambientales sobre la salud* (J. M. Antó & J. Sunyer, Eds). Ediciones del Centre d'Anàlisi i Programes Sanitaris, Barcelona 1989. Parte 10, pp 1-6

Moss TH, Sills DL: *The Three Mile Island Nuclear Accident. Lessons and Implications*. Annals of the New York Academy of Sciences, Vol 365. New York 1981.

Mürbeth S, Rousarova M, Scherb H, Lengfelder E: Thyroid cancer has increased in the adult populations of countries moderately affected by Chernobyl fallout. *Medical Science Monitor* 10(7): CR300-306 (2004)

Preston DL, Pierce DA, Shimizu Y, Ron E, Mabuchi A: Dose response and temporal patterns of radiation-associated solid cancer risks. *Health Physics* 85(1), 43-46 (2003)

Preston DL, Pierce DA, Shimizu Y, Cullings HM, Fujita S, Funamoto S, Kodama K: Effect of recent changes in atomic bomb survivors dosimetry on cancer mortality risk estimates. *Radiation Research* 162: 377-389 (2004)

Rodríguez-Artalejo F, Castaño-Lara S, de Andrés-Manzano B, García-Ferruelo M, Iglesias-Martín L, Rey-Calero J: Occupational exposure to ionising radiation and mortality among workers of the former Spanish Nuclear Energy Board. *Occupational and Environmental Medicine* 54: 202-208 (1997)

Otro de los escasos estudios rigurosos que analiza la mortalidad en relación con la exposición a radiaciones ionizantes entre los trabajadores de la antigua Junta de Energía Nuclear española.

Rodríguez Farré E: Consecuencias ecológicas de la industria nuclear. *Destino* 2112: 16 (1978)

- La circulation internationale des matières radioactives. *Amenagement et Nature* 51: 16-18 (1978)

- Incidencia de la industria nuclear sobre la salud. *mientras tanto* 1: 45-58 (1979) [noviembre-diciembre]

- La circulación mundial de materiales radiactivos. *mientras tanto* 4: 78-96 (1980) [mayo-junio]

- El síndrome de Tsuruga (Energía nuclear y violencia institucional). *mientras tanto* 8: 15-21 (1981)

- Informe sobre el llamado "tren radioactivo". *Boletín de Información sobre Energía Nuclear* 17: 9-13 (1981)

- Contaminación radiactiva de los alimentos y salud pública. *AMIEV (Association Médicale Internationale)* IX, 428-456 (1983)

- Contaminación radiactiva de las cadenas tróficas e irradiación humana. *Mundo Científico* 4(33), 178-179 (1984)

- Características de los riesgos para la salud derivados de la contaminación ambiental por plutonio y americio. *Quadern CAPS* 5, 31-50 (1986)

- Los efectos del uranio empobrecido sobre la salud. Un veneno letal y de larga duración. *Mujeres y Salud* 13-14 [Dossier *La salud de las mujeres en tiempos de guerra*]: 34-37 (2004)

- Impacto de la energía nuclear sobre la salud pública y el medio ambiente Ponencia “Efectos de las radiaciones ionizantes sobre la salud”. CiMA (Científicos por el Medio Ambiente), Encuentro de Primavera Madrid 2006. Presentación en: <http://www.crisisenergetica.org/staticpages/index.php?page=20060411095953603>

-Informe CIMA para la Generalitat de Cataluña. Barcelona, Octubre de 2006 (elaborado junto a Joan Benach y Anna Cirera).

Rodríguez Farre, E y López Arnal, S: *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.

Rubio Montero P, Martín Sánchez A: Plutonium contamination from accidental release or simple fallout. Study of soils of Palomares (Spain). *Journal of Environmental Radioactivity* 55: 157-165 (2001)

Estudio de campo que determina la contaminación por plutonio presente en la tierra de Palomares treinta años después del accidente, diferenciándola de la originada por las explosiones atómicas en la atmósfera.

Sánchez-Cabeza JA, Merino J, Masque P, Mitchell PI, Vintró LL, Schell WR, Cross L, Calber A: Concentrations of plutonium and americium in plankton from the western Mediterranean Sea. *Science of the Total Environment* 311 (1-3): 233-245 (2003)

Investigación que muestra como en Garrucha (población costera en el área de Palomares) el microplancton contiene actividad de plutonio-239 y 240 mucho más elevadas que lo esperado y que las presentes en otras áreas del Mediterráneo, indicando ello que los sedimentos del fondo marino del área siguen contaminados por plutonio del accidente nuclear de Palomares.

Schroder H, Heimers A, Frenzel-Beyme R, Schott A, Hoffmann W: Chromosome aberration analysis in peripheral lymphocytes of Gulf War and Balkans War veterans. *Radiation Protection Dosimetry* 103(3): 211-219 (2003) Schull WJ: *Effects of Atomic Radiation: A Half-Century of Studies from Hiroshima and Nagasaki*. Wiley-Liss, Inc., New York 1995.

Una referencia excelente para todas las cuestiones concernientes a los sobrevivientes de las bomba atómicas de Hiroshima y Nagasaki.

Stewart A: A-Bomb Data: Detection of Bias in the Life Span Study Cohort. *Environmental Health Perspectives* 105 (Suppl 6), 1519-1521 (1997)

Stiles D: A fusion bomb over Andalucía. US information policy and the 1966

Palomares incident. *Journal of Cold War Studies* 8(1): 49-67 (2006)

Szulc T: *The bombs of Palomares*. Viking Press, New York 1967

The Economist: *Nuclear power's new age* (editorial), pág 11; *Briefing Nuclear power: Atomic renaissance* (artículo), pág 66-68. 8-14 Septiembre 2007

The Economist Technology Quarterly: *Nuclear dawn*. Págs 20-22. 8 Sept 2007

[Tronko MD](#), [Howe GR](#), [Bogdanova TI](#) et al.: A cohort study of thyroid cancer and other thyroid diseases after the chornobyl accident: thyroid cancer in Ukraine detected during first screening. *Journal of the National Cancer Institute* 98(13): 897-903 (2006)

Udina C, Rodríguez Farré E: *Programa d'actuació de l'Ajuntament de Barcelona respecte a les radioacions ionitzants*. I. *L'activitat radioactiva*; II. *Incidència de l'activitat nuclear*. En: *Política Industrial i Energètica* (Ed. dir.: L.J. de Cisneros). Edicions Sirocco, Barcelona 1982. pp. 277-283 y pp. 284-301

Vilanova S: Txernòbil a Catalunya. *Userda* Junio 2004

Vojdani A, Thrasher JD.: Cellular and humoral immune abnormalities in Gulf War veterans. *Environmental Health Perspectives* 112(8):840-846 (2004)

WHO: Chernobyl: *The true scale of the accident.—20 Years Later a UN Report Provides Definitive Answers and Ways to Repair Lives*. Joint News Release WHO/IAEA/UNDP, 5 septiembre 2005

[<http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2005/pr38/en/index.html>]

WHO: *Health Effects of the Chernobyl Accident and Special Health Care Programmes* (Editors: B Bennet, M Rapacholi, Z Carr). Ginebra 2006.

Yonehara S, Brenner AV, Kishikawa M, Inskip PD, Preston DL, Ron E, Mabuchi K, Tokuoka S: Clinical and epidemiological characteristics of the first primary tumors of the central nervous system and related organs among atomic bomb survivors in Hiroshima and Nagasaki, 1958-1995. *Cancer* 101: 1644-1654 (2004)

Zafra Anta MA, Amor Cabrera MA, Diaz Mier F, Cámara Moraño C: Efectos en la salud por el desastre de Chernóbil. Quince años después. *Anales de Pediatría* 56: 324-333 (2002)

## GLOSARIO.

**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 Ci =  $3,7 \times 10^{10}$  Bq = 37 GBq; 1 mCi (miliCi) =  $3,7 \times 10^7$  Bq = 37 MBq; 1  $\mu$ Ci (microCi) = 37 kBq; 1 nCi (nanoCi) = 37 Bq; 1 pCi (picoCi) = 37 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 ( $\alpha$ ): Proceso radiactivo en el cual el núcleo atómico emite una partícula alfa constituida por dos protones y dos neutrones. La partícula  $\alpha$  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  $\alpha$  es el caso del uranio-238 ( $^{238}\text{U}_{92}$ ) que se transmuta en torio-234 ( $^{234}\text{Th}_{90}$ ) al emitir una partícula  $\alpha$ .

Las partículas  $\alpha$  poseen una energía cinética alta de alrededor 5 MeV (megaelectronvoltios).

DESINTEGRACIÓN BETA ( $\beta$ ): 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 ( $\beta^-$  o negatrón) o bien positiva ( $\beta^+$  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  $\beta^-$ : 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  $\beta^-$  y un antineutrino.

Proceso general de la desintegración  $\beta^+$ : 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  $\gamma$ ): 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  $\beta^-$  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 g de energía suficiente -fotón superior a 1,022 MeV- se materializa en un electrón ( $\beta^-$ ) y un positrón ( $\beta^+$ ) 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 más de 2.770 diferentes núclidos distribuidos entre los 113 elementos de la tabla periódica (naturales y artificiales). Más 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-Man describió unas partículas elementales

constituyentes de los protones y neutrones, los cuales se consideraban hasta entonces elementos subatómicos indivisibles. Los 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 liguero 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 fisico-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 TRASCRIPTO 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.