

Ventajas y Desventajas del Uso de la Energía Nuclear

María Fernanda Peña Rodríguez

Introducción

En los últimos años el planeta ha venido sufriendo distintos cambios, muchos de ellos graves, entre ellos el cambio climático. Este problema, a pesar de ser ocasionado por la actividad humana, está afectando la vida no sólo de las personas, sino también de ecosistemas, plantas, animales, y poniendo en grave riesgo la biodiversidad. Como causante principal de éste fenómeno, el ser humano debe responsabilizarse y encontrar alternativas más sustentables para la realización de sus diferentes actividades. Como es sabido, los gases de efecto invernadero, principalmente el CO₂ como residuo de los combustibles fósiles utilizados para actividades humanas, es uno de los principales contribuyentes al cambio climático. Debido a esto, se ha planteado la necesidad de la creación y utilización de formas de energía más limpias y más sustentables. Una de ellas es la energía nuclear, que a pesar de ser considerada una fuente alternativa, está en medio de un debate debido a las connotaciones negativas que se le dan debido a su uso como arma de destrucción masiva tras las bombas en Hiroshima y Nagasaki, y a su relación con enfermedades como el cáncer.

El tema "nuclear" es bastante polémico, pues es considerado un instrumento de avance, tecnología y bienestar, pero al mismo tiempo es considerado un potente destructor (Nieto-Galán, 2004). El debate sobre el uso de la energía nuclear gira en torno a su alta inseguridad con respecto al medio ambiente por la radiación y los desechos radiactivos de alta actividad (Castejón, 2004), así como a los posibles daños a la salud

relacionados a partir del accidente nuclear en la planta de Chernóbil (Greenpeace Internacional, 2006). Otro punto de debate importante gira en torno a la necesidad de uranio para su producción (Robert G. Watts, Robert Krakowski, Richard Wilson, 2002).

El uranio es un elemento natural que se extrae en la tierra, lo que posiciona a la energía nuclear como una alternativa dependiente y no sustentable, pues el uranio no es un recurso ilimitado como el sol o el viento, lo que plantea un límite a su utilización.

En este ensayo expondré las diferentes posturas frente al uso de la energía nuclear, sus ventajas y sus desventajas. Además expondré el caso de diferentes países que utilizan o planean utilizar la energía nuclear para satisfacer su demanda energética. También analizaré las ventajas que la energía nuclear ofrece, así como los posibles daños al medio ambiente, el problema del manejo de residuos radiactivos y el posible daño a la salud de personas que estén expuestas a la radiactividad.

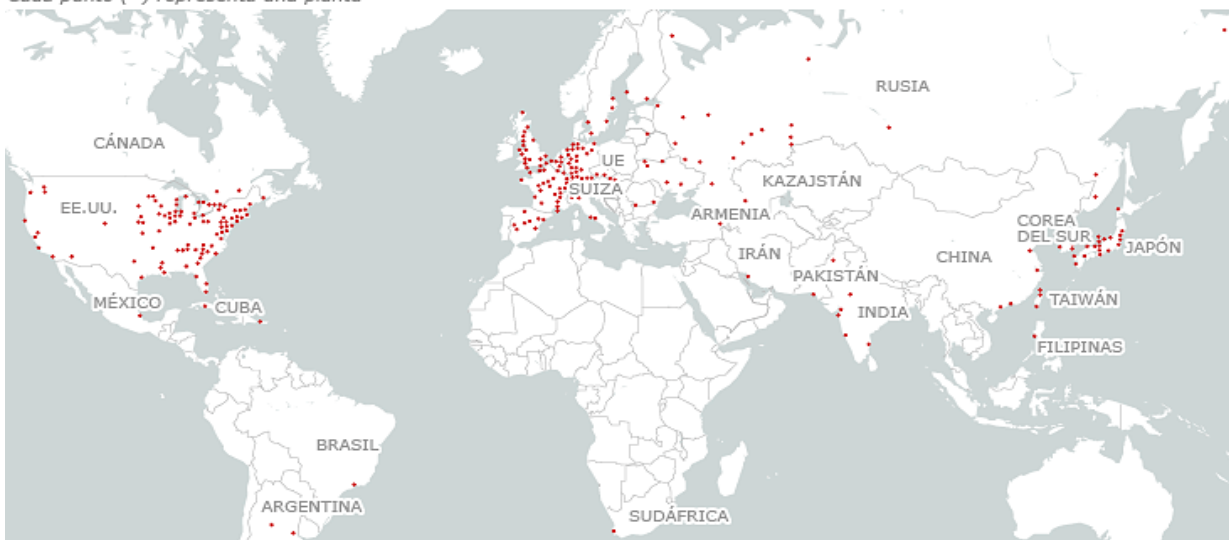
Por último, abordaré de manera breve otras alternativas energéticas y las ventajas que éstas ofrecen, específicamente la energía solar y la energía eólica.

I. Importancia de la energía nuclear y su uso en diferentes partes del mundo

A nivel mundial, en el año 2005 la energía nuclear suponía siete % de la energía primaria y el 16% de la generación de la electricidad. Para el mismo año existían 443 reactores nucleares en funcionamiento y cuatro más estaban en su fase de construcción. En la Unión Europea, una de las regiones donde más se utiliza la energía nuclear, los 148 reactores en funciones en 2005 proporcionaban una tercera parte de la generación de electricidad (Landa, 2006).

La siguiente imagen muestra la localización de las plantas nucleares existentes en el año 2006.

Cada punto (•) representa una planta



Extraído de: http://www.elmundo.es/especiales/2006/04/ciencia/energia_nuclear/energianuclear/mundo.html#reinounido

A lo largo de las últimas décadas diferentes países, sobre todo europeos, han mostrado una postura favorable en relación al uso de la energía nuclear. Uno de éstos es Francia, que desde los años 50 del siglo pasado se convirtió en un importante promotor de la energía nuclear como apuesta energética (Nieto-Galán, 2004). Francia es uno de los diez mayores consumidores de energía nuclear a nivel mundial y el segundo en la Unión Europea. Además es el mayor productor de energía nuclear y tiene el segundo lugar en capacidad nuclear instalada (Charleton, 2005). El 80% de su energía eléctrica proviene de las 59 centrales instaladas y el gobierno está planeando la construcción de un reactor de cuarta generación en la región de Flamanville capaz de generar mil 600 megavatios, del cual se espera que comience a operar en el año 2012 (*El Mundo*, 2006). Otro aspecto importante que muestra la postura del país frente a la energía nuclear es el hecho de que en el año 2005 Francia aceptó ser la sede de la

planta experimental de fusión nuclear del proyecto internacional ITER, visto por muchos científicos como crucial para resolver las necesidades de energía a nivel mundial en el futuro. El alto uso de energía nuclear ha colocado a Francia como el país con el segundo nivel más bajo en emisiones de carbón en Europa (Charleton, 2005).

Otro país a favor de la energía nuclear es Japón, con planes para expandir su capacidad nuclear a través de la construcción de cinco plantas nucleares adicionales. El país tiene el tercer lugar en producción de energía nuclear a nivel mundial, superado únicamente por Estados Unidos y Francia. Cerca del 30% de la energía eléctrica que el país consume proviene de plantas nucleares y se pretende incrementarlo hasta un 40% con el funcionamiento de las nuevas plantas para el año 2010 (*El Mundo*, 2006).

China también ha reafirmado su postura frente a la energía nuclear al revelar sus planes de expandir su número de plantas: planea construir entre 30 y 50 nuevas plantas nucleares antes del año 2020, para atender la gran demanda de energía por parte de su creciente población y del dinámico desarrollo que está experimentando su economía. Actualmente cuenta con nueve reactores que proporcionan el 2,3% del suministro energético del país, el que esperan incrementar con la apertura de las nuevas plantas (*El Mundo*, 2006). China es actualmente el país con las mayores emisiones de dióxido de carbono, desbancando a Estados Unidos, que ocupó este lugar por largo tiempo (Cernuda, 2007).

Gran Bretaña, primer país en construir una planta nuclear en Europa, hizo una declaración histórica al anunciar en enero de este año que el gobierno decidió crear una nueva generación de plantas nucleares, ampliando de esta manera su sector nuclear. Esta decisión de Gran Bretaña va de acuerdo con la postura de países como Francia, Finlandia, Bulgaria,

Rumania y Eslovaquia, así como otros países del continente europeo, de alcanzar los objetivos de bajas emisiones de carbón a través del uso de energía nuclear (Charleton, FORATOM, 2008). Fuera de Europa, el principal impulsor es Estados Unidos, país que obtiene el 20% de su energía eléctrica de plantas nucleares. En noviembre del año 2000, el presidente George W. Bush anunció la construcción de cien nuevas centrales térmicas y nucleares, y mencionó la necesidad de relanzar la energía nuclear (Castejón, 2004). Además de los países mencionados, algunos otros países que obtienen su energía eléctrica de la nuclear son Bélgica el 60%, Suecia el 42%, Suiza el 39% y España el 37% (Richard Rhodes, Denis Beller, 2004).

II. Los argumentos a favor de la energía nuclear

El sistema energético mundial está actualmente en crisis. El suministro de energía se basa mayoritariamente en fuentes no renovables y se consume a un ritmo insostenible. Nuestra civilización está basada en el uso de combustibles fósiles como el carbón, el petróleo, y el gas natural, por lo que la transición hacia el uso de tecnologías limpias y renovables implica grandes cambios, pero es necesaria para el futuro del planeta y de la humanidad (Castejón, 2004). Este es el argumento más fuerte a favor del uso de energía nuclear, pues la idea es que la energía nuclear tiene pocos impactos ambientales y en los casos en que se han dado, han sido superados tecnológicamente. De acuerdo a dicha argumentación, el uso de energía nuclear disminuye las emisiones de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero emitidos como residuo del uso de combustibles fósiles, por lo que contribuye a la lucha contra el calentamiento global (Castejón, 2004). Sobre todo en los países europeos se plantea la necesidad del uso de esta fuente de energía para cumplir los objetivos establecidos en

el Protocolo de Kyoto sobre cambio climático, los que se refieren básicamente a la disminución de las emisiones de dióxido de carbono (Castejón, 2004). Otro argumento a favor de la energía nuclear es que fuentes de energía renovables como la hidroeléctrica, solar, de viento o la geotérmica, tienen altos costos de inversión, por lo que han de ser subsidiadas y conllevan significantes, pero desconocidas consecuencias para el medio ambiente, como los residuos de metales usados para los sistemas o los solventes utilizados para su funcionamiento. Las hidroeléctricas, por ejemplo, causan severos daños a los ecosistemas donde son localizadas, pues matan peces y modifican los sistemas de los ríos, entre otras consecuencias (Richard Rhodes, Denis Beller, 2004). Los defensores de la energía nuclear plantean que el combustible más dañino es el producido con carbón, pues provoca severos daños al medio ambiente y sus contaminantes causan, tan sólo en los Estados Unidos, 15 mil muertes al año. Afirman también que sus residuos tóxicos y radiactivos se generan en una cantidad tan grande que es imposible contenerlos de una manera segura, como a los residuos radiactivos, que de alguna manera están controlados. El combustible generado con carbón no sólo emite arsénico, mercurio, cadmio, cromo, zinc, monóxido y dióxido de carbono, sino que además de arrojar estos gases de efecto invernadero, es uno de los más grandes emisores de radiactividad al medio ambiente a través de la liberación de uranio y torio (Richard Rhodes, Denis Beller, 2004).

Debido a que el crecimiento de la población en las últimas décadas ha sido exponencial, la demanda de energía también ha aumentado, por lo que para satisfacer la demanda y mantener los niveles de consumo, la producción de energía tendría que triplicarse en el año 2050. Estos niveles serán difíciles de mantener sin un severo daño al medio ambiente, incluida

contaminación de suelo, aire y calentamiento global (Richard Rhodes, Denis Beller, 2004). La gran ventaja de las plantas nucleares es que pueden producir enormes cantidades de energía con un pequeño volumen de combustible. Tan sólo una tonelada de combustible nuclear produce la energía equivalente a lo que dos o tres millones de toneladas de combustibles fósiles producen, lo que redundaría en una utilización menor de recursos. Esta diferencia muestra el nivel de impactos que cada una ocasiona en el medio ambiente (Richard Rhodes, Denis Beller, 2004). Una ventaja central es que el costo de la electricidad generada por plantas nucleares la hace competitiva con el precio de la energía generada por combustibles fósiles, y además incluye el secuestro de los contaminantes que produce como residuo, a diferencia de la energía de carbón, lo que la hace más barata por no absorber estos costos (Richard Rhodes, Denis Beller, 2004), que el medio ambiente tiene que pagar con su degradación y los seres humanos con su baja calidad de vida. La Unión Europea y la International Atomic Energy Agency determinaron que para producir la misma cantidad de energía, las plantas de carbón, con su nivel de emisiones y los altos costos por transporte y combustible, tienen costos externos y un número de vidas perdidas diez veces mayor que los de una planta nuclear.

Por lo tanto, se puede decir que comparada con la energía nuclear, la energía de combustibles fósiles ha sido un *free rider* en lo que respecta a seguridad y al cuidado de la salud y el medio ambiente (Richard Rhodes, Denis Beller, 2004). De acuerdo con esta perspectiva del debate, más de 40 años de operaciones con energía nuclear demuestran que es una alternativa más segura que la generada por combustibles fósiles en términos de accidentes industriales, daño ambiental, consecuencias en la salud y riesgo a largo plazo (Richard Rhodes, Denis Beller, 2004: 40).

III. Los argumentos en contra de la energía nuclear

La revista *Forbes* calificó a la energía nuclear como el mayor fiasco de la historia norteamericana y distintos bancos multilaterales, como el Banco Mundial, ya no financian proyectos relacionados a la energía nuclear por no ser consideradas eficientes, ya que las centrales requieren una gran inversión y tienen pocos años de vida (Greenpeace, 2007). Además del anterior, existen otros argumentos en contra de la energía nuclear, sobre todo debido a la incertidumbre que la rodea y el miedo que ocasiona en las personas por su relación con armas de destrucción masiva.

Uno de los argumentos más importantes en su contra es que requiere uranio enriquecido como combustible para su funcionamiento. El uranio es un elemento extraído de la tierra, lo que lo hace un combustible no renovable, y por lo tanto finito. Algún día van a terminar por agotarse las reservas, lo que la hace una energía no sostenible a largo plazo. Si el número de centrales nucleares aumentara debido a la generalización del uso de la energía nuclear, el uranio se agotaría en un plazo de tiempo menor, lo que plantea un limitante importante para el desarrollo a gran escala de este tipo de energía (Castejón, 2004). La alternativa tecnológica existente es que se reemplazara el uranio por plutonio mezclado con uranio; el plutonio se obtendría reprocesando el combustible gastado de las centrales nucleares existentes. Este tipo de reactores son llamados reproductores o rápidos, y tienen muchas desventajas en comparación con los actuales en términos de seguridad, pues son refrigerados por sodio y el sodio reacciona con el agua, pudiendo incluso producir explosiones. Además de lo anterior, los residuos que este tipo de reactores producen son más radiotóxicos pues están compuestos por transuránidos. Otro factor importante en contra es que

aumentaría el riesgo de proliferación de armas, pues permiten obtener más material fisible para la construcción de bombas nucleares. Por último, existe la desventaja de que el plutonio es excesivamente tóxico: la ingestión de tan sólo una millonésima de plutonio es capaz de producir un cáncer mortal (Castejón, 2004). Esto muestra que la sustitución del uranio plantea más riesgos de los que ya trae consigo la energía nuclear.

Otra importante objeción al reemplazo de combustibles fósiles por energía nuclear para frenar el cambio climático es que cerca de la mitad de estos combustibles se emplean en el transporte de mercancías y pasajeros. El problema es que para que el transporte pueda hacer uso de esta energía sería necesario que los automóviles y el transporte se desplacen por medio de la propulsión eléctrica o que se desarrollaran los motores de hidrógeno (Castejón, 2004). Esto implica un profundo cambio en industrias independientes y confronta diversos intereses, lo cual hace aún más difícil el cambio.

El problema de la seguridad y los accidentes

Otro importante factor en contra del uso de la energía nuclear tiene que ver con la seguridad en las centrales y la propensión a accidentes como los que ya han ocurrido. Aunque el accidente más conocido por haber sido uno de los más grandes en la historia es el de Chernóbil, han sucedido otros como el de Harrisburg (Isla de las Tres Millas) en los Estados Unidos. Aunque los defensores de este tipo de energía argumentan que son muy seguras y el riesgo de accidente es bajo, la cuestión es que en caso de un accidente nuclear las consecuencias son catastróficas; basta con recordar lo sucedido en Chernóbil (Castejón, 2004). Los optimistas afirman que ningún sistema tecnológico es inmune a las fallas y a los accidentes, y así como están

presentes en las plantas nucleares, lo están en muchas otras industrias y con posibilidades de graves consecuencias (Richard Rhodes, Denis Beller, 2004). En esto tienen razón; sin embargo, la fuga de radiactividad al medio ambiente puede producir graves consecuencias, muchas más de las que puede tener un accidente en otro tipo de industria. A pesar de las grandes inversiones en investigación nuclear y en su seguridad, el hecho es que no se puede garantizar su seguridad al 100% ni la perfección en las personas que las operan, por lo tanto el riesgo existe. Además, la seguridad nuclear tiene importantes huecos tanto por la falta de autoridad en los organismos reguladores y/o de los operadores, como por los nuevos fenómenos que se van descubriendo, y que agregan nuevas incertidumbres en lo referente a la seguridad del funcionamiento de las plantas (Castejón, 2004).

Otro aspecto importante que se debe considerar es que las plantas nucleares se degradan rápidamente durante su funcionamiento, y es muy peligroso que trabajen en condiciones no óptimas. Permitir que una planta llegue a más de 30 años de vida útil aumenta el riesgo de un posible accidente (Castejón, 2004).

El problema de los residuos

Uno de los argumentos más importantes en contra del uso de energía nuclear es el grave problema de los residuos radiactivos de alta actividad, pues aún no existe una solución definitiva para su gestión o eliminación, y cuya radioactividad puede durar por miles de años. Por su grado de peligrosidad los residuos se clasifican en alta, media y baja actividad. Los residuos de alta actividad son uno % del total y contienen el 95% de la radiactividad, lo que los hace más peligrosos. Los residuos de media y baja actividad son menos peligrosos, pero tienen un volumen mucho mayor

(Castejón, 2004). Los optimistas defensores de la energía nuclear plantean que el problema de los residuos será solucionado tecnológicamente en el futuro y utilizan este fundamento para fomentar su uso (Castejón, 2004). Sin embargo, mientras ese día llega se debe encontrar una manera de manejarlos de la forma menos riesgosa posible.

Actualmente existen diferentes maneras de manejar y almacenar estos residuos; sin embargo, no hay una alternativa totalmente segura y satisfactoria. Las alternativas más viables plantean el enterramiento o el almacenamiento en superficie; cada una de estas alternativas tiene sus ventajas y desventajas. El enterramiento consiste en depositar los residuos en cementerios a cientos de metros de profundidad, en formaciones geológicas estables e impermeables. Esta alternativa tiene varias desventajas y riesgos; en primer lugar existe el riesgo de que se de una evolución en la formación geológica donde se encuentran los residuos como una erupción volcánica o el contacto con corrientes de aguas subterráneas que puedan contaminarse. Otra desventaja es la cuestión del transporte de los residuos, pues debido a que se trata de depósitos centralizados, los residuos provenientes de diferentes plantas tienen que ser transportados y reubicados ahí. Además de todo lo anterior, es difícil el seguimiento del estado de los residuos por motivos económicos, y en caso de que se encontrara una solución al problema, o hubiera un problema en los contenedores, sería difícil su recuperación (Castejón, 2004).

La otra alternativa es el almacenamiento de los residuos en la superficie por un plazo indefinido de tiempo en contenedores especiales y con refrigeración especial. En este caso existe la ventaja de que los residuos son accesibles en caso de que apareciera una posible solución al problema y podrían ser recuperados para ser tratados. Además, tienen las ventajas de

estar en supervisión continua, por lo que se pueden controlar más fácilmente y debido a que se concentran en la misma central, se evita el riesgo de la transportación. El inconveniente que este método representa es que los residuos están al alcance de las personas, y en caso de violaciones a la seguridad, podrían incluso usarse con fines bélicos o de terrorismo (Castejón, 2004). Para los residuos ya existentes, la solución momentánea es minimizar los transportes para reducir las posibilidades de accidentes, mantener un seguimiento y control sobre los contenedores donde se encuentran los residuos, y por último, tener la posibilidad de recuperarlos en caso de que surja una solución al problema (Castejón, 2004). Los argumentos que los propulsores de energía nuclear dan al problema de los residuos es que el material que es realmente peligroso se produce en una cantidad muy pequeña, no es liberado al medio ambiente y puede ser meticulosamente resguardado con múltiples barreras (Richard Rhodes, Denis Beller, 2004). Sin embargo, un incremento exponencial del uso de la energía nuclear provocaría un gran incremento en la cantidad de residuos sin posibilidad de ser manejados adecuadamente, aumentando los riesgos asociados a ellos. No se puede plantear la sustentabilidad de una energía que linealmente emite residuos físicos, peligrosos y difíciles de manejar.

La radioactividad

Del mismo modo en que las plantas de carbón emiten dióxido de carbono como residuo de su actividad, las plantas nucleares emiten radiactividad como parte de su funcionamiento normal. De acuerdo al Consejo de Seguridad Nuclear, las chimeneas de las centrales emiten gases nobles, radioyodos y partículas de vida corta, pero el ritmo y la cantidad de

emisiones está controlada. Actualmente la cantidad de emisiones es baja; sin embargo, las consecuencias de la exposición durante largos periodos de tiempo sobre la salud humana y el medio ambiente pueden ser graves. Además, no sólo existen las emisiones de las centrales, sino que hay contaminación

radiactiva procedente de todo el ciclo de combustible, incluido el proceso de extracción de uranio a través de la minería (Castejón, 2004). Los efectos ocasionados por la radiactividad se dividen en dos grupos: estocásticos o no estocásticos. Los primeros son aquellos en que no es posible establecer de forma cierta los efectos de una determinada exposición radiactiva; los segundos son aquellos en los que los efectos se producen de forma cierta y es posible establecer relaciones directas entre las dosis radiactivas y sus consecuencias. De acuerdo a esto, hasta las bajas dosis de radiactividad pueden tener efectos dañinos, y mientras el tiempo de exposición sea mayor, más probabilidades habrá de que los efectos sean más importantes (Castejón, 2004).

Los defensores de la energía nuclear argumentan que una planta nuclear de 1,000 MWe no emite contaminantes y sólo libera una cantidad de radiactividad per cápita menor que la encontrada en un viaje en avión, en un detector de humo casero o en un set de televisión (Richard Rhodes, Denis Beller, 2004).

Efectos nocivos en la salud de las personas en contacto con la energía nuclear

Existe gran controversia sobre los efectos que puede causar en la salud humana el contacto con la radiación emitida por la producción de energía

nuclear. El Nuclear Energy Institute, por ejemplo, afirma que la radiación a que se exponen las personas que viven en las inmediaciones de las plantas nucleares, es la misma a la que están expuestas cuando ven televisión. Los defensores también afirman que la exposición a bajas cantidades de radiactividad mejora la salud y alarga la vida debido a que funciona de la misma manera que las vacunas, estimulando el sistema inmunológico (Richard Rhodes, Denis Beller, 2004). Sin embargo, la Doctora Hellen Caldicott en su libro *Nuclear Power is not the Answer*, afirma que cada exposición aumenta el riesgo de desarrollar cáncer o de sufrir mutaciones genéticas (Motavalli, 2007). Está comprobado que la radiación ionizante es capaz de modificar al ADN genómico, es decir, muta la secuencia base de los genes. Esto es lo que tradicionalmente se ha considerado la base de los efectos nocivos de la radiación en la salud (Keith Baverstock, Dillwyn Williams, 2006).

Para los fines de este artículo se abordará en gran medida un estudio recopilado por la organización Greenpeace con el fin de mostrar los daños a la salud de las personas que tuvieron exposición con contaminación radiactiva tras el accidente nuclear de la planta de Chernóbil. El 26 de abril de 1986, la pequeña ciudad de Chernóbil en Ucrania, parte de la antigua Unión Soviética, fue testigo de la peor catástrofe nuclear en la historia. Esto ocasionó una grave contaminación radioactiva y severos daños a la salud de las personas que estuvieron en contacto, y que incluso en la actualidad, más de veinte años después, se siguen haciendo presentes en los ahora países independientes Ucrania, Bielorrusia y Rusia, los más afectados. La predicción es que los impactos de la contaminación estarán presentes durante muchos años, pues los principales elementos radioactivos liberados en la explosión tienen una vida larga. Por ejemplo, el Cesio-137

(^{137}Cs), uno de estos elementos, tiene una vida de alrededor de 30 años. Dado que la vida radiactiva total de un elemento es diez veces su periodo de vida, se puede decir que estará presente alrededor de 300 años y en el caso del plutonio 239, otro de estos elementos, es de cerca de 25 mil años. Por lo tanto, los daños seguirán presentes durante siglos y aunque esta generación ha presenciado el inicio de las consecuencias de la catástrofe, es posible que muchas en el futuro lo sigan haciendo (Greenpeace Internacional, 2006). De acuerdo al resumen ejecutivo de Greenpeace, dentro de los grupos más afectados en cuestiones de salud por la contaminación radiactiva se encuentran:

1. Trabajadores de limpieza y encargados de la construcción del protector del reactor donde ocurrió el accidente, tanto personal militar como civil.
2. Personas evacuadas dentro de un radio 30 kilómetros peligrosamente contaminados alrededor de la central.
3. Personas en zonas con cantidades de contaminación menor pero aún importante.
4. Los hijos de las personas de los tres grupos anteriores (Greenpeace International, 2006: 5).

Aunque existe incertidumbre acerca de los verdaderos daños causados por el accidente, y hay divergencia entre los resultados de los estudios llevados a cabo por diferentes organismos, se sabe que la contaminación causó enfermedades en la población que tuvo algún contacto con aquella. En primer lugar se encuentra el cáncer, cuyo aumento en la región fue provocado por el accidente nuclear. Diferentes tipos de cáncer fueron mucho más continuos en la población de zonas donde hubo una alta exposición a la radiactividad. Los casos de cáncer en general aumentaron en un 40% entre 1990 y 2000 en Bielorrusia, y 52% en la región más contaminada de Gomel. En Rusia se produjo un incremento en las tasas de

mortandad relacionadas con el cáncer en las regiones más contaminadas, Kaluga y Bryansk, en contraste con el resto del país. En Ucrania, en la zona contaminada de Zhytomir, la cantidad de adultos enfermos de cáncer se incrementó casi tres veces entre 1986 y 1994 (Greenpeace Internacional, 2006).

Los cánceres más comunes en las áreas contaminadas o cercanas a la contaminación son los siguientes:

Cáncer de tiroides

La principal consecuencia en el ámbito de la salud tras el accidente de Chernóbil es por mucho el aumento de cáncer de tiroides entre los que tuvieron exposición a la radiactividad (Keith Baverstock, Dillwyn Williams, 2006). Los casos de este tipo de cáncer aumentaron considerablemente en los tres países debido a las altas cantidades de yodo radiactivo emitido en la explosión. Los niños son particularmente sensibles y se registró a partir de 1990 un aumento del 57% al 63%. Este tipo de cáncer es tan común en la región, que las cicatrices que deja en la base del cuello tras la cirugía son conocidas como el "collar Chernóbil" (Motavalli, 2007). El cáncer de tiroides encontrado en esta zona ha sido particularmente agresivo y de rápida progresión hacia tumores en glándulas linfáticas. De acuerdo a los expertos, se pueden esperar numerosos casos de este tipo de cáncer, en particular durante la siguiente década, ya que tiene un tiempo de latencia especialmente prolongado (Greenpeace Internacional, 2006).

Leucemia

A partir del accidente se detectó un incremento considerable de casos de Leucemia en las zonas contaminadas de los tres países, en contraste con los años previos. En Bielorrusia el incremento se dio sobre todo en la población

adultas; en Tula, Rusia, se dio sobre todo en niños de entre diez y catorce años de edad. De acuerdo a los datos, los niños con exposición a la radiación, incluso en el vientre materno, tienen riesgo de padecer leucemia (Greenpeace Internacional, 2006).

Otros tipos de cáncer

En las zonas sud-occidentales de Kaluga, también contaminadas, se detectó un aumento de cáncer de estómago, pulmones, mama, recto, colon, tiroides, médula ósea y en el sistema linfático. En Tula, en el periodo de 1990 a 1994, se detectaron tasas altas de cáncer en los huesos y en el sistema nervioso, sobre todo en niños. En zonas contaminadas de Ucrania ha aumentado la incidencia de cáncer de vejiga y del sistema urinario en años recientes (Greenpeace Internacional, 2006). Además de la incidencia de diferentes tipos de cáncer, también se ha detectado incidencia de otras enfermedades graves y no tan graves en las zonas contaminadas.

Además de los distintos tipos de cáncer, también hubo un aumento en la incidencia de enfermedades como las que se presentan a continuación.

Sistema cardiovascular

Entre 1988 y 1995 se detectó en las zonas contaminadas un aumento de diez a quince veces en enfermedades relacionadas al sistema sanguíneo. En Ucrania se detectaron enfermedades como la arterioesclerosis precoz generalizada y entre los evacuados de las zonas dentro de un radio de 30 kilómetros de la central se detectó un aumento de enfermedades coronarias (Greenpeace Internacional, 2006).

Sistema hormonal y endocrino

En general, se presentaron patologías del sistema endocrino de las poblaciones expuestas a la radiactividad. Por ejemplo, se han realizado

estudios en zonas de contaminación y se encontraron en Bielorrusia casos frecuentes de glándula tiroides más grandes, y en Ucrania daños a esta glándula en adolescentes que tenían entre seis y ocho años al momento del accidente de la planta. También se encontró una reacción funcional primaria de la glándula tiroides en los adolescentes, seguida de tiroiditis crónica autoinmune. La incidencia de enfermedades relacionadas con el sistema endocrino en niños de la zona de Chernóbil y de la zona contaminada de Tula, en Rusia, se multiplicó por cinco en el año 2000. En general, a los cinco o seis años de abandonar las zonas contaminadas, las personas presentaron una estabilización en el sistema endocrino (Greenpeace Internacional, 2006).

Afecciones en el sistema inmunológico

Se han presentado casos de inmunodeficiencia baja frente a infecciones y otras afecciones en diferentes zonas contaminadas. Debido a que el sistema inmunológico es modulado por la función endocrina, no es extraño que se presenten este tipo de problemas cuando el sistema endocrino está afectado, como se mencionó anteriormente. Además, el sistema inmunológico puede ser directamente afectado por la exposición a la radiación ionizante, lo que provoca la pérdida de resistencia a enfermedades tanto infecciosas como no infecciosas, lo que convierte a las poblaciones expuestas en vulnerables a diferentes afecciones (Greenpeace Internacional, 2006).

Envejecimiento prematuro

En las zonas contaminadas de Ucrania y Bielorrusia la edad biológica de los habitantes ha aumentado drásticamente, de siete a nueve años sobre la edad del calendario.

Trastornos neurológicos y psicológicos

Exposición con niveles bajos de radiación pueden incluso ocasionar daños al sistema nervioso central periférico y central. Entre las personas que tuvieron exposición a la radiación en Rusia, las enfermedades neurológicas estuvieron presentes en un 18%, convirtiéndose así en el segundo grupo de enfermedades detectadas. En zonas contaminadas de Bielorrusia, las enfermedades neurológicas y psiquiátricas también fueron más frecuentes de lo normal. Entre los niños de esta misma zona, se detectaron afecciones como desordenes del sistema nervioso, trastornos mentales y coeficiente intelectual bajo, aunque la relación entre el aumento de estas enfermedades y la contaminación ha sido difícil de establecer (Greenpeace Internacional, 2006).

Anomalías genéticas y alteraciones cromosómicas

La frecuencia de alteraciones cromosómicas en áreas de Ucrania, Bielorrusia y Rusia contaminadas por la radiación de Chernóbil es notablemente mayor que la media mundial (Greenpeace International, 2006: 16). La frecuencia de este tipo de alteraciones en zonas contaminadas de Bielorrusia y Ucrania aumentó tres veces sobre la media global; en zonas contaminadas de Rusia, la incidencia aumentó de dos a cuatro veces. Lo grave de este problema es que las alteraciones cromosómicas no sólo afectan a quienes las padecen, sino que pueden ser heredadas a su hijos, y sucesivamente, afectar a generaciones futuras (Greenpeace Internacional, 2006).

IV. Comparación de la energía nuclear con la energía basada en carbón

Para conocer las ventajas y las desventajas de dos diferentes tipos de energía –la energía nuclear y la energía basada en carbón–, expondré los

resultados de una comparación entre ambos. La comparación entre una planta nuclear de mil megavatios respecto de una planta de carbón con la misma capacidad, cada una operando por un año, reveló lo siguiente (Wright, 2005: 356).

Combustible requerido

La planta de carbón consume entre dos y tres millones de toneladas de carbón. Si el carbón se obtiene de la minería, hay como resultado cierta destrucción ambiental y lixiviación con ácidos.

Si el carbón proviene de minas profundas, los costos pueden elevarse en la forma de accidentes, muertes accidentales y problemas de salud. La planta nuclear requiere cerca de 30 toneladas de uranio enriquecido, de las cuales 75 mil obtenidas a través de la minería con menor daño al medio ambiente. La fisión de una libra (.05 Kg) de uranio libera una cantidad de energía equivalente a quemar 50 toneladas de carbón. Por lo tanto, el abastecimiento de un reactor con 60 toneladas es suficiente para operar la planta por dos años (Wright, 2005: 356).

Emisiones de dióxido de carbono

La planta de carbón emite más de siete millones de toneladas de dióxido de carbono a la atmósfera, lo que contribuye al cambio climático global. La planta nuclear no emite dióxido de carbono (Wright, 2005: 356).

Emisiones de dióxido de azufre y otras emisiones

La planta de carbón emite más de 300 mil toneladas de dióxido de azufre, partículas y otros contaminantes que llevan a consecuencias como la lluvia ácida y contaminación del aire que afectan la salud. En contraste, la planta de energía nuclear no produce ácidos contaminantes o partículas que puedan liberarse al medio ambiente (Wright, 2005: 356-357).

Radiactividad

La planta de carbón libera cien veces más radiactividad que una planta nuclear debido a la presencia natural de compuestos radiactivos como el uranio o el torio en el carbón. La planta nuclear libera niveles bajos de radiactividad en forma de gases en sus residuos (Wright, 2005: 357).

Residuos sólidos

La planta de carbón produce cerca de 600 mil toneladas de cenizas que requieren espacio de eliminación en tierras. La planta nuclear produce cerca de 250 toneladas de residuos altamente radiactivos que requieren almacenamiento y eliminación sumamente seguros. El manejo de los residuos radiactivos sigue siendo un problema sin solución (Wright, 2005: 357).

Accidentes

El peor accidente en una planta de carbón puede resultar en trabajadores heridos y un posible incendio. Los accidentes en una planta nuclear van desde emisiones menores de radiactividad hasta emisiones catastróficas que pueden llevar a la propagación de radiactividad y causar enfermedades, pérdidas humanas, incontables casos de cáncer y contaminación ambiental de larga duración (Wright, 2005: 357). Por lo tanto, es el manejo de residuos

radiactivos, las emisiones de radiactividad y los accidentes potenciales lo que ha ocasionado el escepticismo público con respecto a la energía nuclear (Wright, 2005: 357).

5. Otras alternativas energéticas

Además de la energía basada en carbón y la energía nuclear, existen actualmente otras alternativas energéticas que causan menores daños al medio ambiente y evitan la liberación de grandes cantidades de residuos tóxicos. Estas energías utilizan fuentes de energía renovables, es decir, fuentes que vuelven a estar disponibles a pesar de ser constantemente utilizadas por la humanidad (Josep Puig, Joaquim Corominas, 1990, p. 183). Actualmente existen diferentes alternativas energéticas como la energía solar, la energía eólica, la bioenergía, la energía mareomotriz y la energía geotérmica, entre otras. Algunas de estas tecnologías están más desarrolladas y son utilizadas en mayor medida que otras, pues aún se encuentran en fases de investigación. Únicamente abordaré la energía solar y la energía eólica, ya que de este grupo son algunas de las más comunes en la actualidad.

Energía solar

La energía solar funciona por medio de celdas o paneles solares que convierten directamente la luz del sol en energía eléctrica (Berinstein, 2001). Una de las ventajas más importantes de la energía solar es que es renovable, es decir es un recurso no finito, a diferencia del petróleo, por ejemplo. Otro de los puntos a favor de la energía solar es el mínimo impacto negativo que tiene en el medio ambiente, pues los posibles impactos que se le adjudican corresponden únicamente a la manufactura más que a la

operación misma de las celdas, que no generan ningún residuo excedente como el dióxido de carbono o la radiactividad (Berinstein, 2001).

Energía eólica

La energía eólica funciona a través de dos fuentes energéticas renovables: el sol y el viento. Indirectamente a través del sol, que genera las corrientes de viento, y directamente a través del viento, al mover las astas de los molinos que contienen un generador (Berinstein, 2001). Una de las grandes ventajas de este tipo de energía es que no genera residuos tóxicos en su funcionamiento, únicamente en su construcción, pero en cantidades mínimas comparadas con la energía basada en carbón.

Además, tiene la opción de que las tierras utilizadas para los molinos pueden ser aprovechadas de otras maneras, pues sólo ocupan del cinco al diez por ciento del total de las granjas de molinos (Berinstein, 2001). Sin embargo, lleva la contraparte de que puede interferir con los ecosistemas en donde son instalados los molinos, afectando sobre todo a pájaros y causando erosión en la tierra (Berinstein, 2001). A pesar de lo anterior, y comparándola con los graves efectos de la radiactividad o el problema del dióxido de carbono, es una energía más limpia y menos dañina para el medio ambiente.

Conclusión

La pregunta a responder es si la energía nuclear plantea una posible respuesta al cambio climático sustituyendo los combustibles fósiles, y para responderla se deben tomar en cuenta diferentes factores. Primero, hay que considerar que el consumo de energía a nivel mundial ha estado aumentando a un ritmo de entre el dos y el 2.5% anual; debido a esto, el

cambio a cualquier modelo sería más sencillo si el consumo es moderado. Para evitar más daños al medio ambiente no sólo se debe sustituir una fuente de energía por otra, sino que se debe equilibrar la cantidad de consumo.

Todas las fuentes de energía implican un impacto ambiental, en mayor o menor medida, ya sea en la forma de dióxido de carbono, residuos radiactivos capaces de contaminar por miles de años, provocar lluvias ácidas, etc. El modelo que se tome debe ser capaz de evitar los impactos más graves y de minimizar el resto. Además, debe posibilitar la generalización a nivel mundial de niveles de consumo admisibles, es decir, el modelo energético por el que se opte debe ser generalizado y sostenible (Castejón, 2004: 23-24). El problema de la energía es complejo e implica una difícil decisión. Es difícil generalizar el uso de energía nuclear, pues la falta de sistemas de seguridad que garanticen un alto grado de certidumbre en cuanto a seguridad y el hecho de que no existe una solución viable al manejo de los residuos, muestra que la energía nuclear aún tiene muchos cabos sueltos que hacen más insegura su actividad (Castejón, 2004). Por lo tanto, la elección entre el riesgo de un accidente nuclear, por mínimo que sea, que podría resultar en otra catástrofe como la de Chernóbil, y el manejo de los residuos radiactivos, consecuencias de la energía nuclear, frente al cambio climático y las lluvias ácidas ocasionadas por la energía producida por carbón, plantea una disyuntiva.

Otro aspecto importante que se debe considerar es que la energía nuclear sólo es utilizada para generar energía eléctrica, la cual representa únicamente el 16% de la energía mundial, por lo que puede hacer muy poco para contribuir a la lucha contra el cambio climático. La energía eléctrica por sí sola representa solamente un tercio de la emisión de gases de efecto

invernadero (Greenpeace International, 2007). Además, aunque la energía nuclear en sí no produce gases de efectos de invernadero, el enriquecimiento del uranio necesario para ser usado como combustible para producir la energía sí los produce, aunque en menor medida (Nadal, 2006).

Dados estos hechos, se debe reconocer que la energía nuclear tiene ventajas de utilidad para enfrentar el problema del calentamiento global, y puede ser utilizada como *parte* de la solución, mas no como *la solución* total al problema. Debido a los diferentes inconvenientes ya abordados, sería difícil y arriesgado generalizar su uso. Por tanto, lo más conveniente sería optar por una combinación de energía más limpia que incorpore el uso más eficiente de los combustibles fósiles, de energía nuclear y de diferentes energías renovables ya existentes, como la energía solar, la eólica o la bioenergía, entre otras (Monk, 2008). Si el uso de energía nuclear se generalizara como única fuente de energía a nivel mundial, la cantidad de residuos radiactivos se incrementaría exponencialmente, lo que implicaría los riesgos y dificultades planteados anteriormente a un nivel global. Además se deben seguir buscando alternativas viables que estén libres de los problemas medioambientales y de seguridad implícitos tanto en la energía de carbón como en la de las plantas nucleares (Castejón, 2004).

Bibliografía

BERINSTEIN P. *Alternative Energy: Facts, Statitics, and Issues*. Connecticut: Oryx Press. 2001

CASTEJÓN F. *¿Vuelven las nucleares? El debate sobre la energía nuclear*. Madrid: Talasa Ediciones. 2004

CERNUDA O. (2007 de Junio de 2007). *El Mundo*. Recuperado el 11 de Abril de 2008, de *El Mundo*:

<http://www.elmundo.es/elmundo/2007/06/20/ciencia/1182329340.html>

CHARLETON D. (24 de Mayo de 2005). *FORATOM*. Recuperado el 11 de Abril de 2008, de FORATOM: <http://www.foratom.org>

CHARLETON D. (11 de Enero de 2008). *FORATOM*. Recuperado el 15 de Abril de 2008, de FORATOM:

http://www.foratom.org/index.php?option=com_content&task=view&id=503&Itemid=1655

El Mundo. (2006). Recuperado el 11 de Abril de 2008, de El Mundo: http://www.elmundo.es/especiales/2006/04/ciencia/energia_nuclear/energianuclear/mundo.html#reinounido

Greenpeace. (17 de abril de 2007). Recuperado el 6 de Marzo de 2008, de Greenpeace: <http://www.greenpeace.org/raw/content/mexico/press/reports/la-amenaza-nuclear.pdf>

Greenpeace Internacional. (18 de Abril de 2006). Recuperado el 6 de Marzo de 2008, de Greenpeace Internacional: <http://www.greenpeace.org/raw/content/mexico/press/reports/la-catastrofe-de-chern-bil-con.pdf>

Greenpeace International. (30 de Abril de 2007). Recuperado el 6 de Marzo de 2008, de Greenpeace International:

<http://www.greenpeace.org/raw/content/international/press/reports/briefing-nuclear-not-answer-apr07.pdf>

PUIG Josep, Joaquim Corominas. *La Ruta de la Energía*. Barcelona: Anthropos. 1990

LANDA F. J. (23 de Junio de 2006). *Ministerio de Industria, Turismo y Comercio de España*. Recuperado el 11 de Abril de 2008, de Ministerio de Industria, Turismo y Comercio de España: <http://www.mityc.es/NR/rdonlyres/4B1287E9-8115-4421-8731-2E84445A02E9/0/Consideraciones.pdf>

Monk, P. (2008). *Logic in Nuclear Power*, en *Review*, 9-11.

MOTAVALLI, J. *Living with Radiation: Human Health and Nuclear Exposure*, en *E Magazine*, 35. 2007

NADAL A. (20 de Abril de 2006). *Greenpeace*. Recuperado el 6 de Marzo de 2008, de Greenpeace:

<http://www.greenpeace.org/raw/content/mexico/press/reports/siete-mitos-sobre-la-energ-a-n.pdf>

NIETO-GALÁN, A. (2004). "La Naturaleza Nuclear y la ecología del siglo XX", en A. Nieto-Galán, *Cultura Industrial: Historia y Medio Ambiente* (págs. 113 - 118). Barcelona: Rubes .

RHODES Richard, Denis Beller. (2004). "The Need of Nuclear Power", en *Foreign Affairs* , 79 (1), 31-44.

WRIGHT R. T. "Energy from Nuclear Power", en R. T. Wright, *Environmental Science* (págs. 348 - 371). New Jersey: Pearson Prentice Hall. 2005