

La energía nuclear, una solución al problema de los energéticos

Rubén Morones I., Ajax Santos, Claudio D. Gutiérrez*

“Cuando uno puede medir aquello de lo que está hablando y expresarlo en números, sabe algo acerca de ello; pero cuando no puede expresarlo en números, su conocimiento es escaso e insatisfactorio; podrá ser un principio de conocimiento pero escasamente habrá avanzado este conocimiento a la etapa de una ciencia.”

Lord Kelvin

Abstract

Modern civilization is borne out on the use of energy. Fossil fuels like coal, oil and natural gas are the most common energy sources nowadays. But oil and natural gas will last only for about 40 or 50 years, and even though the coal resources can supply energy during more than 600 years, burning coal causes serious damage to the environment. Nuclear energy is a real option to supply clean energy on enough amounts. Nuclear reactors can satisfy the needs for energy for about ten thousand years. Unfortunately there are political groups that are against the use of nuclear fuels adducing very simple arguments making some people follow them. It is important to inform to society with reasonable arguments in order to create a technological culture that allow people to realize that if we do not find new technologies or new fuels in a short period of time, the humankind can suffer a big retrocession in comfort and well being.

Keywords: Nuclear energy, fission, nuclear reactor.

INTRODUCCIÓN

La importancia de la energía en el mundo moderno es indiscutible y el desarrollo tecnológico de la civilización actual no puede ser concebido sin el uso de fuentes de energía. El consumo de los energéticos ha ido aumentando de manera continua desde que el hombre descubrió el fuego. El incremento en la po-



Fig. 1. Vista parcial de la planta nuclear del Cañón del Diablo, en San Luis Obispo, California, E.U.A.

blación mundial, la utilización cada vez mayor de productos tecnológicos y el crecimiento económico demandan un aumento constante en el suministro de energía. Se plantea entonces para el futuro inmediato el problema de satisfacer esta demanda. Dado que las fuentes principales de energía en el presente son los hidrocarburos y el carbón, que se estima que las reservas de hidrocarburos se agotarán en un plazo de entre 40 o 50 años¹ y que el carbón es altamente contaminante, se pone de manifiesto la urgente necesidad de encontrar fuentes alternativas de energía.

Antes de plantear el uso de la energía nuclear en la generación de energía eléctrica es conveniente hacer algunas observaciones acerca del carbón y los hidrocarburos como combustibles. Al quemar carbón o hidrocarburos se desprende bióxido de carbono, el cual, al ser agregado al que ya existe en la atmósfera trae como consecuencia un aumento en la temperatura promedio de la tierra; esto es lo que se conoce como efecto invernadero. En caso de ocurrir este aumento de temperatura, provocaría catástrofes ecológicas en todo el planeta, parte del hielo polar se derretiría ocasionando un aumento en el nivel del mar inundando muchas

* Doctorado en Ingeniería Física Industrial, Facultad Ciencias Físico-Matemáticas UANL.

ciudades costeras, además de provocar cambios climáticos considerables. Otro de los efectos serios sobre el medio ambiente causados por la combustión de hidrocarburos y principalmente del carbón, es el de la lluvia ácida. Esta es ocasionada por la presencia en la atmósfera de dióxido de azufre y óxido de nitrógeno, productos de la combustión tanto de los hidrocarburos como del carbón, que al combinarse con el vapor de agua en las nubes forman ácido sulfúrico y ácido nítrico. Disueltos estos ácidos en gotas de agua caerán en forma de lluvia; esto es lo que se conoce como lluvia ácida. Debido a esta lluvia ácida, las aguas en muchos ríos y lagos han aumentado su acidez, dañando la vida acuática, la agricultura, la vegetación y los bosques. Es sabido que en cientos de lagos de Estados Unidos no hay peces debido a la excesiva acidez del agua y algo similar ocurre en otras partes del mundo, lo cual es ocasionado por la lluvia ácida.²

SITUACIÓN ACTUAL

Una central térmica de carbón quema en un año un millón de toneladas de carbón y los productos de esta combustión se arrojan a la atmósfera; polvo, azufre, centenares de compuestos químicos a veces perniciosos y hasta débilmente radioactivos, se dispersan en la atmósfera disolviéndose en las gotas de lluvia y de niebla que caerán después como lluvia ácida o serán respirados por millones de personas. Como las reservas de carbón en el mundo son enormes (se calcula que alcanzaría para 600 años atendiendo la demanda de electricidad al ritmo creciente actual),³ el problema de los energéticos en el presente se relaciona más bien con problemas ambientales y de salud y no propiamente de escasez.

En la tabla I se ilustran las cantidades de algunas sustancias altamente contaminantes que se producen con cada uno de los combustibles indicados. Se ha incluido a manera de comparación los combustibles nucleares que, como se observa, no presentan este tipo de riesgos, pero que presentan otros pe-

ligros como veremos posteriormente. En realidad ninguna de las fuentes de energía, incluyendo la solar y la hidráulica, está exenta de riesgos.

Tabla 1. Comparación de la cantidad de desechos entre diversos combustibles (toneladas).

Contaminante	Carbón	Gas natural	Derivados del petróleo	Nuclear
Bióxido de carbono	13,000,000	5,000,000	5,500,000	0
Oxidos de azufre	140,000	14	53,000	0
Oxidos de nitrógeno	20,800	12,200	21,800	0
Monóxido de Carbono	522	0	9	0
Hidrocarburos	209	0	667	0

Para generar 1000 MW, durante un año se requieren las cantidades de los combustibles que se indican:

Gas natural	1,900,000,000 m ³
Carbón	3,600,000 ton
Derivados del petróleo	2,000,000 ton
Nuclear	155 ton

Y son arrojadas al ambiente anualmente las cantidades de contaminantes (en toneladas), según cada tipo de central⁴ indicadas en la tabla I.

El problema actual de la disyuntiva entre la contaminación ambiental y la necesidad de aumentar la producción de energía tiene una solución real si consideramos la opción de la energía nuclear. Una planta nucleoelectrica permite generar energía eléctrica en grandes cantidades y la tecnología de la que se dispone en la actualidad está bastante desarrollada.

LA ENERGÍA NUCLEAR

La energía nuclear, como su nombre lo indica, es la energía obtenida o liberada en las reacciones nucleares. Existen tres tipos de reacciones nucleares que liberan energía, estas son: a) la desintegración

radiactiva, b) la fisión nuclear y c) la fusión nuclear. La desintegración nuclear o decaimiento radiactivo es el proceso mediante el cual un núcleo atómico emite partículas espontáneamente. Este proceso ocurre debido a la tendencia de todos los sistemas de la naturaleza hacia la mayor estabilidad, es decir, hacia estados de menor energía. En el fenómeno de la desintegración radiactiva, los núcleos liberan energía y pasan a estados más estables. La fisión nuclear es un fenómeno que ocurre cuando un núcleo captura un neutrón y pasa a un estado inestable donde se produce la escisión del núcleo (fisión) en dos fragmentos (muy raramente en tres).

En el laboratorio, en los reactores nucleares y en la bomba atómica la fisión nuclear (figura 2) se consigue al bombardear núcleos pesados, como el U-235 o el Plutonio-239 con neutrones. Si un núcleo captura uno de estos neutrones el núcleo se vuelve inestable, rompiéndose o fisionándose, en dos núcleos más ligeros y algunos neutrones. Si sumamos las masas de los núcleos y las partículas productos de la fisión, obtendremos que ésta es menor que la masa del núcleo original. La masa faltante se ha convertido en energía de acuerdo con la famosa fórmula de Einstein $E = mc^2$.

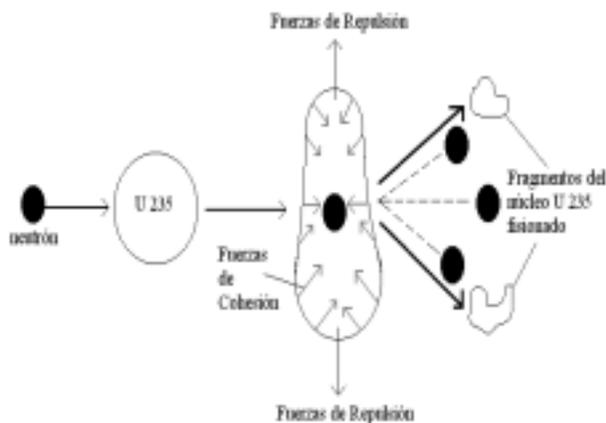


Fig. 2. Esquema de la fisión del uranio.

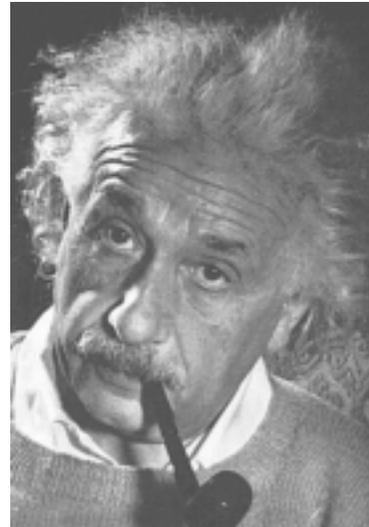


Fig. 3. Albert Einstein. Su famosa fórmula $E=mc^2$ explica la liberación de energía en las reacciones nucleares.

En el proceso de fisión del U-235 se libera una cantidad de energía del orden de 200 MeV (megaelectronvolt, $1 \text{ MeV} = 4.45 \times 10^{-20}$ kilowatt-hora, kWh) por cada núcleo fisionado. Comparado con la energía liberada por átomo en la combustión química que es del orden de 4 eV nos damos cuenta de la enorme cantidad de energía almacenada en el núcleo, la que resulta ser millones de veces mayor que la energía química de combustibles como el petróleo o carbón.

La fisión nuclear es una reacción que en la actualidad puede controlarse. Genera una cantidad de calor tan grande que es capaz de evaporar en poco tiempo considerables volúmenes de agua, y es precisamente este vapor el que activa inmensos dinamos generadores de electricidad. Esto ha solucionado el problema de energía en países no agraciados con recursos naturales, entre los que destaca Francia, en el cual la energía nuclear representa el 70 por ciento de la producción energética total del país. En 1986 se estimó que la energía nuclear genera el 15 por ciento de la producción mundial.⁵ Se han construido en todo el mun-

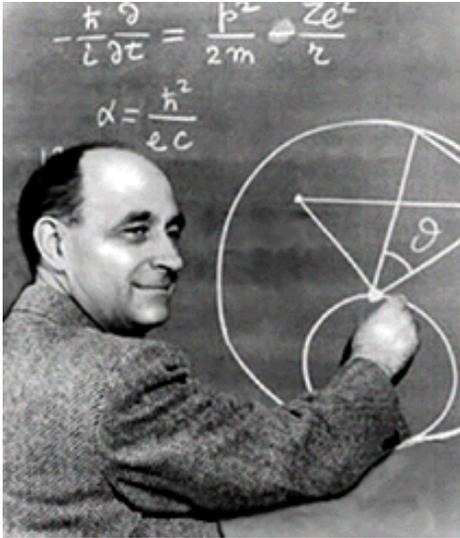


Fig. 4. El físico italiano Enrico Fermi, logró la primera reacción de fisión nuclear autosostenida.

do reactores nucleares capaces de producir hasta 1,200 megawatts de potencia, como el que está ubicado en Creys Malville, cerca de Grenoble en Francia.

En cuanto a la reacción de fusión nuclear, este es el tipo de reacciones que ocurren en el sol y las estrellas, cuya energía liberada se expulsa al espacio en forma de calor y radiación. La fusión nuclear ha sido utilizada por el hombre en forma no controlada en la bomba de hidrógeno o bomba H, pero no ha sido posible utilizarla en forma controlada. Actualmente se trabaja intensamente en muchas partes del mundo, para lograr un reactor de fusión nuclear. Si esto se logra, la humanidad dispondría de una fuente de energía prácticamente inagotable que le permitiría asegurar en el futuro el mejoramiento del nivel de vida de la sociedad humana.

LOS RIESGOS Y EL POTENCIAL

Aun cuando la tecnología nuclear está en la actualidad suficientemente desarrollada, existen en el presente problemas sociales y políticos que han obstacu-

lizado su uso en la generación de energía eléctrica. La falta de información acerca de los riesgos y beneficios de la energía nuclear ha dado origen a la formación de grupos que, preocupados por la preservación del medio ambiente, se oponen al uso pacífico de la energía nuclear. Los temores que en el presente existen sobre el uso de plantas nucleares para generar electricidad, son realmente exagerados. La tecnología nuclear es hoy por hoy una de las tecnologías más seguras, sin embargo, como cualquiera otra de las tecnologías existen riesgos al utilizarla, pero estos resultan minúsculos al compararlos con la amenaza que representa para el medio ambiente el uso de otras fuentes de energía como la del petróleo o la del carbón. La generación de energía eléctrica mediante plantas nucleares es uno de los procesos más limpios y eficientes que se conocen y usan en la actualidad.

Es importante que se proporcione al público información veraz, objetiva y fundamentada y no una información manipulada, que desoriente o cree temores infundados ni tampoco que se promuevan conductas irresponsables respecto a la tecnología nuclear. Es necesario sensibilizar a la población y crear conciencia en ella sobre la importancia que tiene para el desarrollo industrial y el progreso social, contar con fuentes de energía limpias, seguras y en cantidades adecuadas. La escasez de energéticos no deja, por el momento, ninguna otra opción viable mas que la energía nuclear. Esta permitirá satisfacer la demanda creciente de energéticos por varios miles de años.

Una de las causas por las cuales la energía nuclear es tan temida por la población general es porque se le asocia con la bomba atómica. La sociedad tuvo la primera información sobre la energía atómica a través de las horribles explosiones de las bombas atómicas al final de la segunda guerra mundial. Este hecho marcó negativamente el desarrollo de la energía nuclear. La población identifica radiación nuclear con muerte, sin embargo la aplicación pacífica de la radiación ha salvado y prolongado la vida a millones de

personas. Las aplicaciones pacíficas de la tecnología nuclear han producido bienestar y mejoramiento en la calidad de vida del ser humano.

Por otra parte, el hombre y todos los seres vivos, estamos expuestos permanentemente a la radiación natural. La radiación natural en la tierra se debe parcialmente a la radiación cósmica, que consiste de partículas de muy alta energía, principalmente protones que provienen del espacio exterior, en su mayor parte del sol, y de los núcleos radiactivos que están presentes en casi todas las sustancias de la tierra, incluyendo el aire que respiramos y los alimentos que consumimos. La unidad de radiación que toma en cuenta sus efectos biológicos es el rem (roentgen equivalent in man). Un milirem se abrevia mrem. Para tener una idea comparativa de la exposición a la radiación en diferentes situaciones se citan los siguientes ejemplos: la radiactividad natural es de 200 mrem por año. Cuando una persona se toma una radiografía de tórax recibe una dosis de radiación de 40 mrem y en una radiografía dental recibe 20 mrem.⁶ Debido a que la atmósfera absorbe los rayos cósmicos, a mayor altura tendremos mayor radiación cósmica y en un vuelo de 10 horas en jet se reciben 5 mrem de este tipo de radiación.⁷ Las normas internacionales establecidas por la Comisión Internacional de Protección Radiológica especifican como límite máximo de dosis absorbida de radiación 0.5 rem por año para el público en general y de 5 rem para personas que trabajan con radiaciones ionizantes,⁸ para el caso de una persona que se encuentre junto a un reactor, el límite es de 5 mrem anuales.⁶ Estas cantidades dan una idea de los controles de seguridad y las condiciones de operación de los reactores nucleares.

En cuanto a los riesgos del uso de la energía nuclear, el accidente más impresionante que ha ocurrido en la industria nuclear ha sido el del reactor de Chernobyl, en Ucrania en la madrugada del 26 de abril de 1986. Las causas del accidente fueron debidas a una sucesión de errores humanos y al hecho de que



Fig. 5. Fachada de una planta nucleoelectrica en Japon.

este reactor no contaba con un contenedor primario, el cual es una barrera de concreto reforzado. El peor desastre que puede ocurrir en un reactor nuclear es el derretimiento de su recipiente. En este caso la temperatura del reactor sale fuera de control derritiendo su recipiente o contenedor y expulsando hacia el exterior el combustible nuclear. Esta explosión, que no es una explosión nuclear sino una liberación de gases debido a que el recipiente que los contiene se ha fundido, se conoce como “el desastre final”. En el caso de Chernobyl, donde se produjo un accidente de este tipo, al no tener el reactor un contenedor primario, estos gases escaparon a la atmósfera causando un desastre de proporciones mundiales. Este accidente no debe minimizarse, pero debemos estar conscientes que la tecnología de ese reactor era ya obsoleta y debió haberse cancelado su funcionamiento desde mucho antes del accidente. Tampoco debemos caer en el miedo irracional hacia lo nuclear, ni en el manejo irresponsable de la información y de los riesgos. Francia cuenta actualmente con cuarenta centrales nucleares y jamás ha tenido un accidente.

Para hablar en forma sensata de los riesgos del uso de la energía nuclear necesitamos cuantificarlos y compararlos con los de otras fuentes de energía. Al hacer una evaluación objetiva y cuantitativa de la probabi-

lidad y la magnitud de los accidentes, la utilización del carbón o el petróleo resultan mucho más perjudiciales para la salud y el medio ambiente que los combustibles nucleares. Comparativamente la energía nuclear resultaría una fuente de energía limpia y muy eficiente. Los desastres ecológicos ocasionados por derrames de petróleo han causado más daño al medio ambiente que el peor desastre en plantas nucleares, como el de Chernobyl. En cuanto al carbón, los accidentes ocurridos en su extracción suman varios cientos anualmente, pero lo peor ocurre a la salud de los mineros, que los hace susceptibles para contraer enfermedades pulmonares mortales. Se ha mencionado ya la contaminación ocasionada por las plantas carboeléctricas que ocasionan serios problemas ambientales y que ya han puesto en peligro los bosques de Alemania y los efectos del isótopo radiactivo del carbono que, ese sí, es expulsado directamente a la atmósfera en la combustión del carbón.

Se ha calculado que usando reactores de fisión con la eficiencia de los actuales, y considerando un incremento en la demanda de energía similar al del presente, las reservas de uranio natural en el mundo, durarían aproximadamente para cien años.⁹ Pero usando reactores regeneradores, que usan el U-239 que se produce cuando un núcleo de U-238 captura un neutrón, ocurre que este núcleo es un combustible mejor, que libera cien veces más energía que el U-235 y para el cual ya existe la tecnología para utilizar su energía. Tendremos así que la energía disponible para usarla en reactores de fisión es suficiente para diez mil años, lo cual representa la solución al problema de los energéticos.

La tecnología nuclear ha logrado desarrollar un tipo de reactores nucleares de fisión llamados reactores regenerativos o reproductores, o de cría, los cuales están diseñados para producir más material fisionable que el que ellos consumen. Esta propiedad impresionante, de que un reactor nuclear no tan solo genere electricidad sino que también produzca su propio com-

bustible de plutonio, debería ser suficiente para incrementar el interés por el uso de la energía nuclear. Es esta característica de los reactores nucleares regeneradores la que permite garantizar el abasto de combustible nuclear para satisfacer las necesidades energéticas de la humanidad por varios miles de años.

EL CASO MÉXICO

En México el desarrollo industrial y el crecimiento de la población, están demandando cantidades de energía que aumentan a un ritmo muy acelerado. Las fuentes de energía apoyadas en combustibles fósiles no durarán por mucho tiempo y debe iniciarse un programa para la generación de energía con fuentes alternativas. De acuerdo con los especialistas,¹⁰ no es probable que dentro de los próximos cincuenta años se encuentre una fuente alternativa de energía que satisfaga la creciente demanda mundial. Quedará solo como la única, verdadera opción, la energía nuclear. Si no se recurre a ella, una de las consecuencias será el abatimiento en el nivel de vida de la población. La instalación de plantas núcleoeléctricas es una de las opciones reales para enfrentar el problema de escasez de energía en el futuro. No debemos descuidar, por lo tanto, la formación de recursos humanos en las áreas de física e ingeniería nuclear. Una parte de los recursos que el sector energético destinará en los próximos años del sexenio debe invertirse en formación de recursos humanos en las áreas de física nuclear, teórica y experimental, y en ingeniería nuclear.

Paralelamente a la formación de recursos humanos en física nuclear, el gobierno debe iniciar una campaña de información hacia la población para crear una especie de cultura nuclear y generar confianza y aceptación de esta tecnología. Dado que las reservas de petróleo en México se calcula que durarán menos de cincuenta años, a la tasa actual de consumo, deberemos estar utilizando otras fuentes de energía a gran escala dentro de un periodo menor a los 20 años, a lo sumo, si queremos mantener los niveles de produc-

ción y de vida actuales. En otro orden de ideas, el uso del petróleo como combustible constituye realmente un enorme desperdicio de un recurso no renovable que tiene un elevado valor como materia prima en la petroquímica. Si agotamos los hidrocarburos, no solo tendremos problemas con la escasez de fuentes de energía sino que toda la industria de los plásticos y fibras sintéticas se acabará. Esto significa que no se dispondrá de la materia prima para fabricar aviones, automóviles, computadoras, aparatos electrodomésticos, productos textiles, y una cantidad enorme de artículos de uso cotidiano. En realidad las consecuencias serían desastrosas.

Es un hecho conocido que el consumo de energía per cápita de un país está relacionado directamente con la calidad de vida de la población y que a mayor consumo, más elevados son los estándares de bienestar y comodidad de sus habitantes. Es realmente un grave riesgo que grupos politizados se opongan al desarrollo y progreso de la humanidad presentando argumentos simplistas y tendenciosos para descartar el uso de la energía nuclear en la generación de electricidad. Debemos crear una conciencia tecnológica en la sociedad, que esté fundamentada en una educación científica para hacer frente a manipuladores políticos que quieren desorientar y sembrar el terror en la sociedad para conseguir objetivos personales. La ciencia y la tecnología son de las creaciones más grandiosas del ser humano, le han permitido elevar su promedio de vida en más de 25 años en el siglo XX y han mejorado notablemente las condiciones de vida. La electrificación en el mundo ha llevado el progreso a todas partes y aun cuando todavía hay mucho por ha-

cer, no cerremos los ojos y neguemos los avances que ha tenido la humanidad. Si los energéticos empiezan a escasear o se sigue contaminando al planeta como se ha hecho hasta ahora, la humanidad sufrirá un grave retroceso o causará desastres ambientales de grandes proporciones.

REFERENCIAS

1. Aboites, Vicente, Fusión Nuclear por Medio del Láser, FCE, (1993).
2. Cohen, Bernard L., La Energía Nuclear, Siglo XXI editores, (1993).
3. Britannica Encyclopedia 2001, Deluxe Edition
4. Comisión Nacional de Energía Atómica, República Argentina <http://cab.cnea.gov.ar/difusion/Rey.htm>.
5. Rubbia, Carlo, El Dilema Nuclear, Grijalbo (1987).
6. Brandan, María E., Díaz, Rodolfo y Ostrosky, Patricia, La Radiación al servicio de la vida, Colección La Ciencia desde México, FCE, (1990).
7. Campbell Rickards, Jorge, Las Radiaciones: Reto y Realidades, Colección La Ciencia desde México, FCE (1986).
8. Krane, Kenneth S., Introduction to Nuclear Physics, John Wiley and Sons, (1988).
9. En el Camino Hacia los Super elementos, Fliorov, G.N. y Ilinov, A.S., Edit. MIR, (1985).
10. Marschoff, Carlos, Las Fuentes de Energía en el Siglo XXI, FCE, (1992).