

# LA ENERGÍA NUCLEAR EN NUESTRO DÍA A DÍA



## Resumen

La aplicación de la tecnología nuclear en la industria permite mejorar la calidad, costos y/o tiempos de producción, en las empresas donde son empleadas. Las técnicas nucleares son utilizadas con éxito en la investigación en áreas del saber cómo la química, biología, materiales, agricultura, entre otras. Una de las aplicaciones más importantes de la tecnología nuclear se encuentra en la medicina, mejorando la calidad de vida del ser humano. En este breve trabajo elaboraremos unas tablas resumen para visualizar el alcance de la influencia de la energía nuclear en el día a día, ocupando de forma transversal cada espacio en el que nos movilizamos..

*Palabras Clave:* Energía nuclear, reactores, usos en la industria, usos en investigación y desarrollo, usos en medicina.

## NUCLEAR ENERGY IN OUR DAY BY DAY

### Abstract

Nuclear technology application at industrial levels is useful to improve the quality, costs and / or production times. Nuclear techniques are used successfully in research in areas such as chemistry, biology, materials, agriculture, among others. One of the most important applications of nuclear technology is in medicine, improving the quality of human life. Herein we summarize in some tables the influence of nuclear energy in our everyday world..

*Keywords:* Nuclear energy, reactors, uses in industry, uses in research and development, uses in medicine

### Introducción

La energía nuclear fue desarrollada en los años 40 del siglo XX. Es una energía cuyo uso

**Alicia Ponte-Sucre**

**Universidad Central de Venezuela, Facultad de Medicina, Instituto de Medicina Experimental, Laboratorio de Fisiología Molecular**

*aiponte@gmail.com*

es relativamente nuevo. Es útil como una mejor forma de aprovechamiento y reemplazo de otras fuentes energéticas, más contaminantes. Bien utilizada puede ser una energía que otorgue a la humanidad mayor desarrollo y bienestar para la población, descontada su utilización en reactores para movilizar naves como submarinos, rompehielos y barcos de gran calado y eventualmente, naves espaciales <sup>4,6</sup>.

Infinidad de disciplinas utilizan la energía nuclear en pro de la optimización del día a día de la humanidad. Así, la generación de energía eléctrica para el consumo en nuestros hogares, la energía mecánica utilizada por motores de combustión, las técnicas de análisis para evaluar la antigüedad de un fósil en las muestras arqueológicas o la medicina nuclear usada en los hospitales, se benefician de la energía producida en los procesos nucleares y que suele aparecer en forma de partículas subatómicas en movimiento. La principal característica de este tipo de energía es su alta calidad por unidad de masa de material utilizado, en comparación con cualquier otro tipo de energía conocida <sup>5</sup>.

Es decir, que la agricultura y el ambiente, la exploración petrolera, la hidrología, la industria, la medicina, la tecnología de alimentos, por nombrar algunos, son ámbitos pacíficos de nuestro día a día, idóneos para la utilización de la energía nuclear. La medicina es el área que más se ha beneficiado con las propiedades de la energía nuclear; múltiples técnicas de diagnóstico y de tratamiento de enfermedades utilizan las propiedades benéficas de la energía nuclear en pro de la salud de la humanidad <sup>3-5</sup>. En este breve trabajo elaboraremos unas tablas resumen para visualizar el alcance de la influencia de la energía nuclear en el día a día, ocupando de forma transversal cada espacio en el que nos movilizamos.

<sup>a</sup> Son sustancias químicas que emiten radiactividad. Esto permite detectar su

| ALGUNOS USOS EN LA INDUSTRIA (MODIFICADO DE <sup>1,4</sup> ) <sup>b</sup> |                                |                                               |                                         |                                    |                                   |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Radio-trazadores <sup>a</sup>                                             | De metales (galvanizado)       | Automotriz                                    | Investigación de procesos <sup>c</sup>  | Plásticos                          | Materiales especiales             |
| Usos de la energía                                                        | Fuentes luminosas <sup>d</sup> | Inducción de reacciones químicas <sup>e</sup> | Descomposición de desechos <sup>f</sup> | Exploración petrolera <sup>g</sup> | Hidrología isotópica <sup>h</sup> |

difusión en cualquier medio. Un radiotrazador se incorpora en mínimas cantidades en materiales involucrados en los procesos. Su detección permite deducir la integridad, grosor, desgaste, permeabilidad de sistemas de comunicación, del sistema evaluado.

<sup>b</sup> Las técnicas de radiotrazadores son fundamentales debido a su sensibilidad, información inequívoca e integridad independiente de condiciones extremas (temperatura, presión, materiales corrosivos, escala de los procesos). Las pruebas se realizan sin desarmar el sistema, con la consecuencia de resultados precisos y ahorro de tiempo.

<sup>c</sup> Una de las principales aplicaciones de los radiotrazadores se asocia con la evaluación del tiempo de residencia, con la consecuente optimización, elaboración de modelos y automatización de cualquier planta industrial. Los experimentos con trazadores pueden realizarse para descubrir desviaciones de las condiciones óptimas. A menudo se encuentran las razones de los desperfectos, como desvíos indeseados de las corrientes, u obstrucción de vasijas y cañerías que alteran el flujo o la aparición de zonas muertas.

<sup>d</sup> Las bombillas de vidrio llenas de pintura luminiscente y gas de tritio se utilizan como fuentes luminosas durables y a prueba de fallos, para señales de emergencia en aviones y edificios públicos. Formas miniaturizadas de esas bombillas luminosas, se emplean para iluminar las pantallas de cristal líquido de los relojes digitales.

<sup>e</sup> Las radiaciones pueden inducir ciertas reacciones químicas convenientes para diferentes industrias.

<sup>f</sup> Las radiaciones han comenzado a utilizarse

para descomponer desechos sépticos o venenosos. Algunas ciudades irradian los residuos humanos.

<sup>g</sup> Una de las aplicaciones tradicionales en exploración petrolera emplea una fuente emisora de neutrones. Esta fuente se introduce (y desciende) dentro del pozo de exploración montada en una sonda, que también porta detectores de radiación gamma y de neutrones lentos. Los neutrones rápidos de la fuente son reflejados fuertemente por el hidrógeno circundante proveniente de las moléculas de agua y de hidrocarburos del petróleo. Como el átomo de hidrógeno es muy liviano (comparado con los demás átomos), el neutrón se frena con cada choque, perdiendo velocidad. El detector de neutrones lentos entra los detecta y los resultados se interpreta en base a que la cantidad de neutrones lentos contados por unidad de tiempo es indicativa del volumen de agua y petróleo presentes en la formación geológica que rodea a la sonda. El detector gamma determina la proporción agua / hidrocarburo al detectar las presiones de oxígeno y carbono, a través de los rayos gamma que emiten estos átomos al ser excitados por los neutrones rápidos.

<sup>h</sup> La hidrología isotópica aprovecha las trazas de isótopos de hidrógeno y oxígeno en las moléculas de agua. El fraccionamiento de estas trazas es función de los cambios de fase del agua durante el ciclo hidrológico, por ello es posible monitorear el movimiento de aguas a escala regional. En estudios de aguas superficiales se pueden caracterizar y medir las corrientes de aguas lluvias y de nieve; caudales de ríos, fugas en embalses, lagos y canales y la dinámica de lagos y depósitos. En estudios de aguas subterráneas es posible medir los caudales de las napas, identificar el origen de las

|                                          | ALGUNOS USOS EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (MODIFICADO DE <sup>1,4)</sup> ) |                         |                                        |                       |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------|-----------------------|
| <b>Agricultura y alimentación</b>        | Control de plagas <sup>a</sup>                                              | Mutaciones <sup>b</sup> | Conservación de alimentos <sup>c</sup> |                       |
| <b>Investigación básica <sup>d</sup></b> | Análisis por activación neutrónica <sup>e</sup>                             | Trazadores <sup>f</sup> | Instrumentación <sup>g</sup>           | Imágenes <sup>h</sup> |

aguas subterráneas, su edad, velocidad, dirección, flujo, relación con aguas superficiales, conexiones entre acuíferos, porosidad y dispersión de acuíferos.

<sup>a</sup> Algunos insectos son perjudiciales para la calidad y productividad de las cosechas y la salud humana. En muchas regiones del planeta se les combate con productos químicos, muchos cuestionados o prohibidos por los efectos nocivos que producen en el humano. Con la tecnología nuclear es posible aplicar la llamada “Técnica de los Insectos Estériles”, que consiste en irradiar (altas emisiones de radiación ionizante) a un grupo de insectos machos mantenidos en laboratorio. Los machos estériles se dejan en libertad para facilitar su apareamiento con las hembras. No se produce la necesaria descendencia. Sucesivas y rigurosas repeticiones del proceso permiten controlar y disminuir su población en una región geográfica.

<sup>b</sup> La irradiación aplicada a semillas, producto de rigurosos estudios, permite cambiar la información genética de ciertas variedades de plantas y vegetales de consumo humano. Esto contribuye a la obtención de variedades con mayor resistencia a condiciones extremas y plagas y mejor productividad.

<sup>c</sup> En el mundo mueren por hambre cada año cientos de miles de personas. Cada vez existe una mayor conciencia del hecho e interés por procurar un adecuado almacenamiento y mantenimiento de los alimentos. Las radiaciones son utilizadas en muchos países para aumentar el período de conservación de los mismos. La técnica de irradiación no genera efectos secundarios en

la salud humana, y minimiza el número de organismos y microorganismos patógenos presentes en alimentos de consumo masivo.

<sup>d</sup> En biología, el uso de compuestos radiactivos ha permitido evaluar las actividades biológicas hasta en sus más mínimos detalles.

<sup>e</sup> El Análisis por Activación Neutrónica permite medir las concentraciones de los diferentes elementos que componen una muestra. Este método consiste en lograr que algunos de los átomos presentes en la muestra se vuelvan radiactivos mediante la captura de un neutrón, luego se mide la radiación que emiten al decaer a un estado estable. No todos los núcleos activados decaen de la misma forma: el período de desintegración puede variar desde pocos milisegundos hasta decenas de años dependiendo del núcleo en cuestión, el tipo y la energía de la radiación que emiten al decaer. El análisis permite determinar la concentración de diversos elementos simultáneamente, no es destructivo, permite analizar masas, desde 0.1 mg a 1 g, no es necesario agregar reactivos químicos y minimiza la probabilidad de contaminación. Esta técnica permite determinar concentraciones mínimas de metales en tejidos biológicos y contaminantes del medio ambiente; es útil en la caracterización y determinación de edad de muestras geológicas y arqueológicas, y para evaluar aleaciones de plomos de balas, cabellos y diferentes sustancias, la determinación de distancias de disparo y trazas de envenenamiento, entre otros.

<sup>f</sup> Se producen sustancias radiactivas que son incorporadas a un determinado proceso. Luego se detecta la trayectoria de

la sustancia gracias a su emisión radiactiva; esto permite evaluar variables propias del proceso, caudales de fluidos, filtraciones, velocidades en tuberías, dinámica del transporte de materiales, cambios de fase de líquido a gas, velocidad de desgaste de materiales, etc.

<sup>g</sup> Son “instrumentos” radioisotópicos que permiten realizar mediciones sin contacto físico directo. Se utilizan indicadores de nivel, de espesor o bien de densidad.

<sup>h</sup> Es posible obtener imágenes de piezas y su estructura interna utilizando radiografías en base a rayos gamma, o bien con un flujo de neutrones. Estas imágenes (Gammaografía o Neutrografía) son útiles como método no destructivo de control de calidad.

<sup>a</sup> Incluye técnicas para obtener imágenes de órganos internos o del esqueleto. Estas imágenes representan la estructura anatómica del órgano visualizado y aportan datos sobre su funcionamiento. El médico cuenta con un diagnóstico preciso para seleccionar el tratamiento adecuado y realizar el pronóstico acertado.

<sup>b</sup> Para investigar un proceso biológico, o el funcionamiento de un órgano, se escoge el radionucleido (de baja o muy baja actividad) y la forma química a ser administrada al paciente. Estos radiofármacos se descomponen en elementos estables en minutos o algunas horas después de haber emitido la radiación detectada por equipos especiales.

<sup>c</sup> Se inyecta al torrente sanguíneo una cantidad conocida de un radiotrazador; este se diluye en el volumen sanguíneo. Una cámara rotatoria mide la radiactividad a intervalos cortos; con ayuda de una computadora se reconstruye el tejido

|                          | ALGUNOS USOS EN MEDICINA (MODIFICADO DE <sup>1,3,4</sup> ) <sup>a</sup> |                                                   |                                                             |                                |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Diagnóstico <sup>b</sup> | Diagnóstico tridimensional <sup>c</sup>                                 | Tomografía por emisión de positrones <sup>d</sup> | Radiocirugía<br>estereotáctica, cuchillo gamma <sup>e</sup> | Radioinmunoensayo <sup>f</sup> |
| Terapia                  | Radioterapia metabólica <sup>g</sup>                                    | Teleterapia <sup>h</sup>                          | Vacunas y anticuerpos <sup>i</sup>                          | Radiología armada <sup>j</sup> |

afectado. Este método es útil en estudios de tiroides, hígado, riñón, metabolismo, circulación sanguínea, corazón, pulmón, tracto gastrointestinal.

<sup>d</sup> Con la ayuda de un acelerador de partículas se produce un elemento radiactivo emisor de positrones. Este se une a un compuesto químico (i.e., glucosa marcado con flúor-18, fluorodeoxiglucosa). Esta radiomolécula se inyecta en dosis apropiada al paciente; la misma se concentra en el lugar requerido y se recopilan los datos en la cámara de tomografía por emisión de positrones (PET). Se aplican algoritmos matemáticos a los datos para reconstruir las imágenes y se interpretan los resultados. El PET permite medir flujo sanguíneo, metabolismo del oxígeno, síntesis de proteínas, actividad enzimática, metabolismo de glucosa, densidad de receptores, entre otras.

<sup>e</sup> Se guía un haz hacia el tumor a tratar, [localizado mediante tomografía axial computarizada (TAC) y resonancia magnética (RMN)]. El paciente se inmoviliza. Avanzados sistemas de cómputo determinan los haces de radiación (provenientes de un acelerador), que con mayor efectividad irradian al volumen de interés, mientras minimizan la energía que recibe el tejido sano. El movimiento combinado del acelerador que produce la radiación y de la camilla permite describir múltiples arcos que tienen como vértice el tumor. *Cuchillo gamma*. Esta modalidad de radiocirugía no requiere de un acelerador; se emplea en sitios profundos del cerebro, para tratar tumores, eliminar malformaciones de arterias, venas y tratar pacientes con epilepsia. La técnica utiliza 200 fuentes de cobalto-60, en arreglo esférico (casco

metálico). Cada fuente emite haces de rayos gamma en una sola dirección y su arreglo determina la dirección de la intersección de los haces en el cerebro del paciente.

<sup>f</sup> Es un método muy sensible utilizado para determinar hormonas, enzimas, virus de hepatitis, proteínas del suero, fármacos y diversas sustancias. A muestras de sangre del paciente se le añade un radioisótopo específico que finalmente se detecta con gran precisión para determinar las sustancias de interés.

<sup>g</sup> Es el tratamiento con radiofármacos que se dirigen específicamente hacia el tumor; proporciona una dosis eficaz de radiación selectiva que destruye las células malignas sin dañar los tejidos sanos. Receptores presentes en las membranas celulares median la llegada del radiofármaco al blanco deseado con una mínima afección de las estructuras vecinas.

<sup>h</sup> Es un tratamiento en el cual la fuente de radiaciones no está en contacto directo con el tumor a tratar. Las radiaciones pueden ser de diferentes tipos y energías. A menudo se utilizan fuentes radiactivas emisoras gamma. La teleterapia puede administrarse con otras fuentes, como los haces electrónicos o neutrónicos.

<sup>i</sup> Se han elaborado radiovacunas para combatir enfermedades parasitarias del ganado, que afectan la producción pecuaria. Actualmente se preparan moléculas (anticuerpos) asociados a radioisótopos que emiten radiación beta, capaces de fijarse específicamente a diversos tumores. Las partículas de radiación depositarán su energía en los alrededores de la molécula

marcada (en el tumor) para su destrucción en su ubicación original sin dañar los tejidos vecinos.

<sup>j</sup> Permite introducir, bajo control radiológico, equipos al cuerpo del paciente que a su vez permiten realizar acciones terapéuticas o de diagnóstico sin necesidad de operar. Por ejemplo, dilatar y ocler vasos sanguíneos, obtener biopsias de tejidos profundos.

## A manera de conclusión

La energía nuclear, desarrollada en la primera mitad del siglo XX, es útil como fuente de reemplazo de fuentes energéticas más contaminantes; puede llegar a ser la energía que le permita a la humanidad lograr mayor desarrollo y bienestar; infinidad de disciplinas la utilizan en pro de la optimización del día a día de la civilización <sup>1, 2, 4, 6</sup>. La medicina es el área más beneficiada con las propiedades de la energía nuclear <sup>1, 3</sup>.

De hecho, la medicina nuclear aprovecha la capacidad que tiene la radiación de atravesar el cuerpo humano y ofrecer información del mismo, utilizando cantidades mínimas de elementos radiactivos que se producen en reactores nucleares. Los núcleos de estos radioisótopos emiten espontáneamente radiación desde los tejidos, atraviesa el cuerpo y sale al exterior, donde es detectada por instrumentos especiales. Las imágenes se graban en película fotográfica, a través de detectores electrónicos complejos que permiten observar cada rayo proveniente del paciente, amplificar la señal y convertirla en luz a ser registrada en la placa fotográfica. Este sistema permite que la cantidad de material radiactivo (y por ende la dosis) que

el paciente reciba sea extraordinariamente baja. La información obtenida de los estudios permite conocer la cantidad de radioisótopo depositado en el órgano, su velocidad de acumulación, o de eliminación, para explorar la capacidad funcional del órgano estudiado. Adicionalmente, la imagen permite determinar la distribución del material radiactivo, comprobar si es homogénea, como ocurre en los órganos sanos, o identificar zonas de concentración irregular cuyas características permitan, por ejemplo, advertir la presencia de un tumor o un quiste.

En el otro lado del espectro tenemos el uso de la radiación como herramienta terapéutica. La radioterapia intenta maximizar la absorción de la radiación en el cuerpo humano, de modo que la energía transportada por los rayos se deposite en la zona ocupada por un tumor, ocasionando tanto daño local como sea posible. La limitación en la cantidad de radiación usada en radioterapia estriba en el hecho inevitable de que el tejido sano que rodea al tumor también es irradiado, por lo cual se produce paralelamente un efecto negativo para la salud del paciente. La radioterapia busca entonces el óptimo equilibrio entre máxima irradiación al tumor y mínima irradiación al tejido sano vecino. La práctica de la radioterapia se enriquece constantemente por los logros alcanzados en el radiodiagnóstico; hoy en día es posible precisar el sitio, el tamaño y la extensión de la enfermedad a irradiar. El plan terapéutico puede planificarse con detalle y concentrar la radiación en el volumen de tejido enfermo, reduciendo la dosis a los tejidos sanos.

Debido a que la cantidad de radiación necesaria para la mayoría de los exámenes de diagnóstico o los tratamientos de radioterapia es mucho mayor que la de los niveles naturales, es en los usos médicos donde mejor se aprecia la necesaria evaluación entre los riesgos y los beneficios inherentes a cualquier uso de la radiación. Por ello, y debido al gran número de

personas sometidas a estos sistemas de diagnóstico y terapias, ha sido fundamental desarrollar métodos para reducir la exposición de cada paciente (y el personal especializado) a la radiación, sin descuidar la calidad del servicio.

En conclusión, la utilización de la energía nuclear en medicina está justificada en base al beneficio que otorga al paciente, y debe estar optimizada con normas de protección radiológica. Esto significa que la energía nuclear forma parte del presente y el futuro de nuestra vida diaria en múltiples áreas, y de forma muy especial en el área de la salud.

## Referencias

1. Aída Contreras Ramírez. USOS PACÍFICOS DE LA ENERGÍA NUCLEAR I. Memorias del Congreso Nacional de Educación química, Ixtapa, México (2003).
2. Guía de seguridad 111 del OIEA. Clasificación de los residuos radiactivos ([http://web.archive.org/web/http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub95e\\_web.pdf](http://web.archive.org/web/http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub95e_web.pdf)).
3. VIII. LOS BENEFICIOS DE LA RADIACIÓN EN LA MEDICINA [http://www.cubaeduca.cu/medias/cienciatodos/Libros\\_2/ciencia3/099/ht](http://www.cubaeduca.cu/medias/cienciatodos/Libros_2/ciencia3/099/ht).
4. Los usos pacíficos de la energía nuclear ([http://www.bcn.cl/carpeta\\_temas/temas\\_portada.2005-12-27.6906371083](http://www.bcn.cl/carpeta_temas/temas_portada.2005-12-27.6906371083)). 8 de agosto de 2005. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.
5. Tyler Miller, G. Introducción a la ciencia ambiental». Madrid: Thomson. p. 116. (2002).
6. Wikipedia (2016) Energía Nuclear. Último acceso: 27 de octubre de 2016 [https://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa\\_nuclear](https://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_nuclear).