

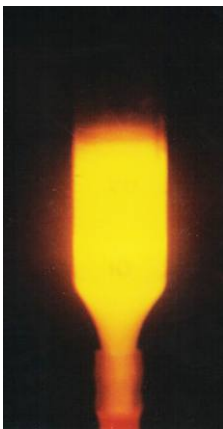
## Una mirada a un método innovador en la producción de radioisótopos

*El uso de uranio de bajo enriquecimiento en la producción de radioisótopos es un camino importante ya recorrido hacia la no proliferación<sup>1</sup> nuclear.*

### Los radioisótopos en la Medicina Nuclear

Los radioisótopos<sup>2</sup> y las radiaciones ionizantes<sup>3</sup> por ellos emitidas, son utilizados en diversas aplicaciones, en beneficio de actividades agropecuarias e industriales, tareas de investigación y desarrollo, y fundamentalmente, en medicina nuclear, tanto para diagnóstico de distintas enfermedades, como para tratamiento. Prácticamente desde que los esposos Irene Curie y Frederic Joliot, en 1934, consiguieron producir artificialmente elementos radiactivos, se comenzó a trabajar en el desarrollo de las aplicaciones.

Hacia 1950, el empleo de técnicas de medicina nuclear ya se había generalizado en los países con mayor adelanto tecnológico, prosiguiendo con un notable crecimiento hasta nuestros días. La Argentina, sin lugar a dudas, ha sido un país pionero en el desarrollo de ciertas áreas de la Medicina Nuclear en América Latina. Por más de cinco décadas, la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) ha venido produciendo radioisótopos para diversas aplicaciones, tanto a través del uso de reactores nucleares como por medio de aceleradores de partículas<sup>4</sup>. En la actualidad, el volumen de producción es suficiente para cubrir prácticamente la totalidad de la demanda de radioisótopos que



Probeta conteniendo unos 1000 Ci de molibdeno

requieren las actividades de la medicina nuclear de nuestro país. También desde Argentina se llevan a cabo exportaciones de este tipo de producto, a la mayoría de los países de la región.

Más del 80% de los procedimientos de medicina nuclear en todo el mundo (unos 30 millones de prácticas médicas por año) se realizan con el radioisótopo tecnecio-99m<sup>5</sup>, producto del decaimiento radiactivo del molibdeno-99. En nuestro país, unos 2.000.000 de pacientes son atendidos

anualmente en más de 300 hospitales y centros especiales de asistencia. Estas prácticas permiten llevar a cabo diagnósticos de tumores, enfermedades cardíacas y pulmonares, entre muchas otras. El molibdeno-99



autor:

**Pablo Cristini**

Licenciado en Ciencias Químicas (FCEN-UBA)

Gerente de Producción de Radioisótopos (CNEA)

Miembro de Grupos internacionales de trabajo de la NEA y el OIEA

Experto en producción de radioisótopos (OIEA)

es, por lo tanto, uno de los radioisótopos preponderantes para su empleo en estas técnicas de medicina nuclear.

### Producción de radioisótopos por fisión

La técnica de producción empleada se basa en la fisión (división) del átomo de uranio utilizado como blanco<sup>6</sup> a ser impactado con neutrones en un reactor nuclear, siendo esta la ruta más eficiente para obtenerlo en condiciones adecuadas para su aplicación en medicina.



Sala del reactor RA-3

Apenas unos pocos países en el mundo cuentan con la tecnología para producir este radioisótopo, entre los cuales se encuentra nuestro país. Se lo elabora en instalaciones de alta complejidad tecnológica del Centro Atómico Ezeiza (CNEA). Dicho centro atómico, que se encuentra ubicado en la provincia de Buenos Aires, cuenta desde 1967 con el reactor nuclear de investigación y producción más importante de América Latina, el RA-3, de 10 MW de potencia. Aledaña al reactor RA-3 se encuentra la planta de producción de radioisótopos por fisión, donde, a través de un método radioquímico de separación y purificación, se obtienen el molibde-

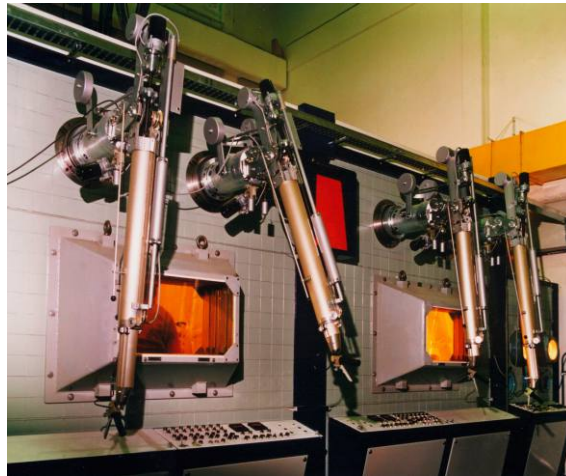
no-99 y el iodo-131, ambos de amplio uso en medicina nuclear. El uranio, tal cual se lo encuentra en la naturaleza, posee un muy bajo porcentaje de uranio-235, que es el isótopo más adecuado para ser fisionado (dividido) por los neutrones de un reactor nuclear, con el objeto de generar los denominados *productos de fisión*.

**¿Por qué usar uranio de bajo enriquecimiento?**

Naturalmente, el uranio contiene apenas un 0,72 % de U-235. Para hacer más eficiente la técnica de producción de radioisótopos se emplea uranio *enriquecido*, o sea, uranio que mediante un proceso denominado *enriquecimiento*, ha aumentado su porcentaje de isótopo 235 hasta valores que pueden llegar a más del 90%. Ahora bien, el uranio enriquecido en porcentajes superiores al 20% puede ser empleado en la fabricación de armas nucleares. Debido a esta razón, y en consonancia con los convenios internacionales de no proliferación nuclear, **se desalienta el uso de uranio con enriquecimiento superior al 20% en aplicaciones civiles**, como ser en la producción de radioisótopos. Esta restricción impide que se produzcan *desvíos* de material nuclear originalmente destinado a aplicaciones con fines pacíficos, hacia actividades con fines bélicos.

Hasta 2002, en nuestro país, la producción de radioisótopos tales como el Mo-99 se llevaba a cabo con uranio enriquecido al 90%. Por esa fecha, y luego de dos años de arduo trabajo, la CNEA finalizó el desarrollo de un método de producción de Mo-99 con uranio al 20%, resultando ser el primer país en el mundo en alcanzar dicho logro. Aún hoy, y pese a las presiones internacionales, los principales productores de radioisótopos en el mundo continúan empleando uranio al 90%. Pero no sólo los blancos necesarios para la producción de molibdeno-99 y iodo-131 son fabricados empleando uranio de enriquecimiento inferior al 20% sino que también los elementos combustibles de los reactores de investigación y producción que irradian esos blancos es deseable que sean manufacturados empleando uranio de bajo enriquecimiento. De este modo se lograría que todo el ciclo de producción de radioisótopos se lleve a cabo en las condiciones requeridas por los criterios de no proliferación nuclear, o sea, que todo el uranio empleado en aplicaciones civiles sea de un enriquecimiento inferior al 20%.

En el caso de nuestro país, los dos principales reactores, el RA-3 y el RA-6 de Bariloche, emplean elementos combustibles de uranio al 20%. Dichos elementos fueron dise-



Celdas blindadas de la Planta de Producción de Radioisótopos (CAE)

ñados por los grupos de trabajo de CNEA y son manufacturados en la planta ECRI (Elementos combustibles para reactores de investigación) del Centro Atómico Constituyentes.

**Conclusiones**

Se ha demostrado que, contrariamente a lo que sostienen muchos de los principales productores mundiales de radioisótopos de fisión para uso médico, no existe una pérdida significativa de eficiencia o rendimiento en los métodos de producción al practicar la conversión de uranio de *alto enriquecimiento* a uranio de *bajo enriquecimiento*. Tampoco dicha conversión modifica sustancialmente la ecuación económica, ni requiere de inversiones adicionales significativas para obtener un producto de pureza adecuada para su empleo en seres humanos. El haber desarrollado esta tecnología representa una contribución fundamental de nuestro país a la no proliferación de armamento nuclear, y a reafirmar su histórico compromiso con el uso pacífico de las técnicas nucleares.

**ABREVIATURAS**

- CNEA: Comisión Nacional de Energía Atómica
- FCEN: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
- NEA: Agencia de Energía Nuclear
- OIEA: Organismo Internacional de Energía Atómica
- UBA: Universidad Nacional de Buenos Aires

**REFERENCIAS**

- 1 Restricción de material para la construcción de armas nucleares
- 2 Isótopos radiactivos. Se denomina isótopos a los átomos que tienen igual número atómico (número de protones en el núcleo) pero difieren en el número de neutrones.
- 3 Son las radiaciones del espectro electromagnético que tienen capacidad para arrancar electrones de los átomos. Ver también Hojita "Una mirada a la naturaleza de la luz y el espectro electromagnético" (Pág. 99/100).
- 4 Ver también Hojita "Una mirada a la producción de radioisótopos utilizando un ciclotrón" (Pág. 129/130).
- 5 Se define como Tecnecio-99m (metaestable) a un estado de energía mayor que el estado habitual del isótopo Tecnecio-99.
- 6 Es el elemento natural sobre el que se impacta un haz de partículas, durante cierto tiempo.

Publicación a cargo del Dr. Daniel Pasquevich y la Lic. Stella Maris Spurio.  
Comité Asesor: Ing. Hugo Luis Corso - Ing. José Luis Aprea.  
Responsable Científico: Dr. Gustavo Durfó.  
Versión digital en [www.cnea.gov.ar/ieds](http://www.cnea.gov.ar/ieds)  
Los contenidos de este fascículo son de responsabilidad exclusiva del autor.



**Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable**

**Comisión Nacional de Energía Atómica**

Tel: 011-4704-1485 [www.cnea.gov.ar/ieds](http://www.cnea.gov.ar/ieds)

Av. del Libertador 8250 - (C1429BNP) C. A. de Buenos Aires - República Argentina

Año de edición: 2016 ISBN: 978-987-1323-12-8