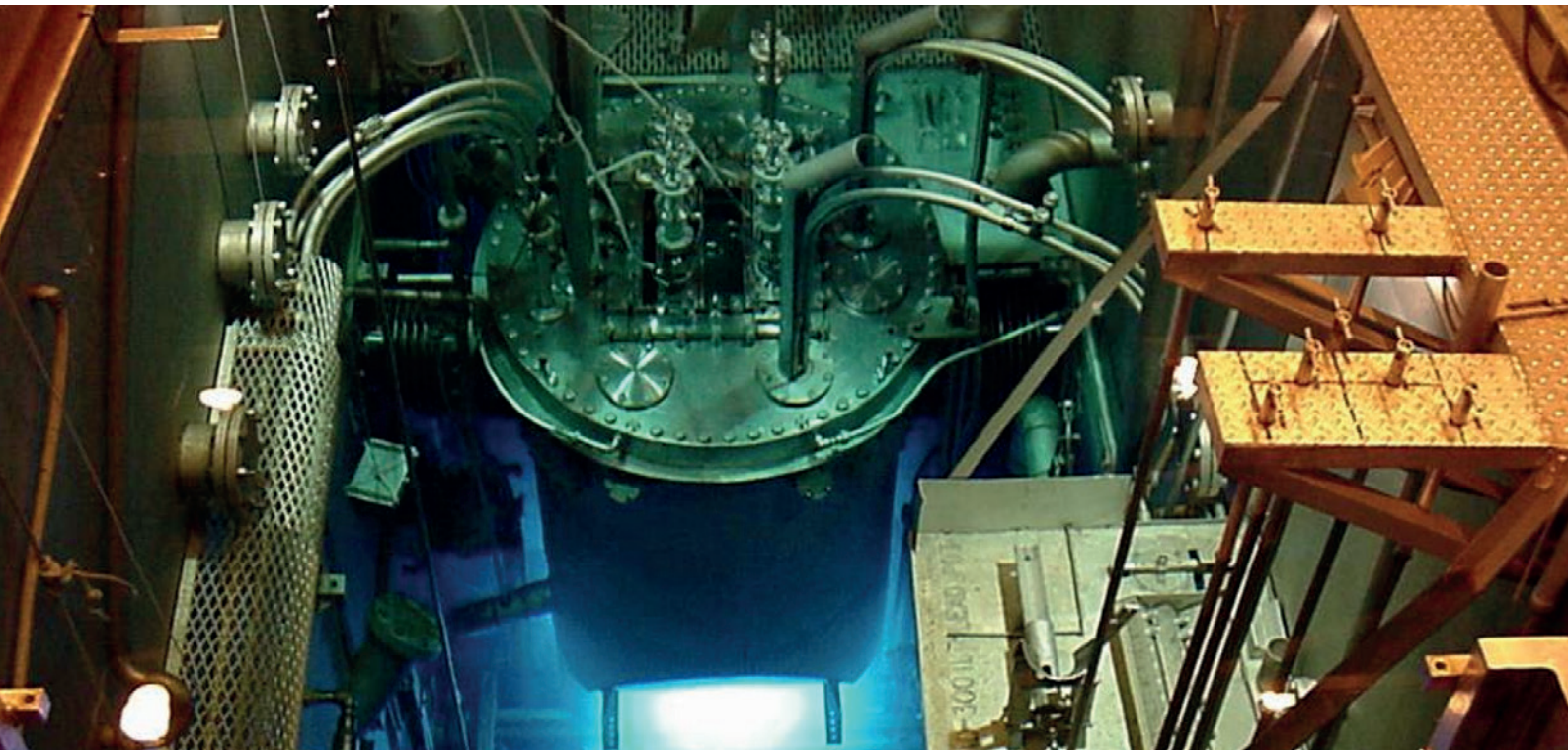


# La imagenología médica mediante reactores de investigación

Aleksandra Peeva y Nicole Jawerth



El reactor de investigación SAFARI-1 en funcionamiento.

(Fotografía: Neicsa)

Más del 80 % de las imágenes médicas que se utilizan cada año para diagnosticar enfermedades como el cáncer se obtienen gracias a fármacos que, en su mayor parte, se producen en reactores de investigación. Estos radiofármacos contienen el radioisótopo tecnecio  $^{99m}\text{Tc}$ , derivado del radioisótopo molibdeno  $^{99}\text{Mo}$ , que se produce principalmente en los reactores de investigación.

“Si bien el  $^{99}\text{Mo}$  e incluso el  $^{99m}\text{Tc}$  se pueden producir con otros métodos, los reactores de investigación son particularmente rentables y apropiados para ello, en especial para la producción comercial a gran escala”, dice Joao Osso, Jefe de la Sección de Productos Radioisotópicos y Tecnología de la Radiación del OIEA. “Esto se debe a que pueden producir grandes cantidades de  $^{99}\text{Mo}$  con las características adecuadas para extraer fácilmente  $^{99m}\text{Tc}$  mediante un generador en un hospital, manteniendo así un suministro constante y fiable de radiofármacos para más pacientes”.

## De los reactores a los pacientes

Los reactores de investigación son reactores que, en lugar de generar electricidad, se emplean fundamentalmente para producir neutrones destinados a otras aplicaciones. Estos neutrones pueden utilizarse con diversos fines, como producir  $^{99}\text{Mo}$  irradiando blancos de uranio 235.

Al ser un radioisótopo, el  $^{99}\text{Mo}$  es un átomo inestable que experimenta decaimiento. Tienen que pasar 66 horas para que la mitad del  $^{99}\text{Mo}$  producido decaiga, fenómeno que se conoce como período de semidesintegración. El producto de la desintegración del  $^{99}\text{Mo}$ , también denominado su “descendiente”, es el  $^{99m}\text{Tc}$ .

Para obtener  $^{99m}\text{Tc}$ , los blancos de uranio 235 irradiados se trasladan a una instalación de procesamiento, por lo general cerca de un reactor de investigación, a fin de separar el  $^{99}\text{Mo}$  de otros productos de fisión y purificarlo. El  $^{99}\text{Mo}$  purificado luego se transporta a una instalación de producción de generadores de  $^{99}\text{Mo}/^{99m}\text{Tc}$ , dispositivos utilizados para albergar, transportar y extraer químicamente el  $^{99m}\text{Tc}$  a partir del  $^{99}\text{Mo}$  de forma directa en un hospital u otra instalación médica.

En un generador típico, el óxido de aluminio que contiene  $^{99}\text{Mo}$  se lava con una solución salina. El  $^{99}\text{Mo}$  se adhiere al óxido, mientras que el  $^{99m}\text{Tc}$  se separa gracias a la solución. Esto produce una solución de  $^{99m}\text{Tc}$  que luego se utiliza para obtener diferentes radiofármacos listos para ser inyectados en el cuerpo de un paciente. Una vez dentro del cuerpo, las pequeñas cantidades de radiación que libera el  $^{99m}\text{Tc}$  al desintegrarse son detectadas por una cámara especial externa al cuerpo del paciente que crea imágenes médicas para el diagnóstico de enfermedades.

## Períodos de semidesintegración breves, producción constante

Dado que el  $^{99m}\text{Tc}$  tiene un período de desintegración de seis horas, debe utilizarse rápidamente tras su extracción para que no pierda eficacia. Teniendo en cuenta que el ciclo vida del  $^{99}\text{Mo}$  es breve y que el del  $^{99m}\text{Tc}$  lo es aún más, es necesario producirlos constantemente para satisfacer la demanda mundial.

Uno de los principales productores a nivel mundial de  $^{99}\text{Mo}$  y otros radioisótopos es la Instalación de Investigación Atómica Fundamental de Sudáfrica (SAFARI-1), que forma parte de South African Nuclear Energy Corporation (Necsa) y es el principal reactor de investigación que produce radioisótopos de uso médico en el continente africano. En colaboración con el suministrador de radioisótopos, NTP Radioisotopes SOC Ltd —una sucursal de Necsa—, el reactor SAFARI-1 se ha convertido en uno de los 5 suministradores más importantes de  $^{99}\text{Mo}$  a nivel mundial y forma parte de la cadena de suministro de radioisótopos de uso médico para más de 50 países en todo el mundo. En la actualidad satisface alrededor del 20 % de la demanda mundial de  $^{99}\text{Mo}$ , y el  $^{99m}\text{Tc}$  derivado de los generadores que utilizan el  $^{99}\text{Mo}$  de SAFARI-1 se emplea en más de 40 hospitales y otros centros de salud de África.

“Para llegar a ser un actor global en la comunidad radioquímica y radiofarmacéutica ha sido necesario implementar sistemas de gestión, programas de mantenimiento y de capacitación del personal y planes estratégicos de manera bien estructurada y controlada”, señala Koos du Bruyn, Directivo Superior de SAFARI-1. De esta forma también se ha fomentado el uso secundario del reactor con fines de investigación, educativos e industriales.

Con el apoyo del OIEA, se ha procedido al desarrollo continuo y la mejora de SAFARI-1 desde que comenzó a funcionar en 1965, lo cual incluyó su conversión en 2009 para usar combustible de uranio poco enriquecido en lugar de uranio muy enriquecido (se puede encontrar más información sobre este tipo de conversión en la página 26) y su transición, finalizada en 2017, para que los blancos fueran también de uranio poco enriquecido. Estas actividades han contribuido a garantizar un mejor empleo del reactor y su transición exitosa a un uso más comercial.

“En la década de 1990, cambiamos nuestro enfoque operativo e hicimos más hincapié en el mantenimiento y la gestión, lo que incluyó la creación de un grupo de personal especializado altamente cualificado en diversas esferas. Gracias a eso, pasamos de ser un reactor poco usado a una instalación de uso muy elevado y más sostenible”, afirma el Sr. du Bruyn. En los 9 años comprendidos entre 1995 y 2004, el reactor se usó



**Placa de blanco de molibdeno 99 y el soporte utilizado para irradiar las placas en un reactor de investigación.**

(Fotografía: Necsa)

más que en los 3 decenios anteriores. Tan solo siete años más tarde se logró el mismo resultado. A fecha de 2019, el uso de SAFARI-1 casi se ha cuadruplicado desde 1995.

En los últimos 15 años, SAFARI-1 ha funcionado ininterrumpidamente, casi sin pausa durante alrededor de 300 días al año, y se prevé que siga suministrando  $^{99}\text{Mo}$  al menos hasta 2030. Sin embargo, dado que el reactor está envejeciendo, se está considerando la posibilidad de sustituirlo por un nuevo reactor multipropósito con una potencia de 15 a 30 MW (t). El proceso llevará hasta diez años desde el inicio de los estudios de viabilidad hasta su finalización.

“Si se construye un nuevo reactor multipropósito, se equipará de forma que funcione con flexibilidad durante los próximos 60 años o más para que podamos adaptarnos a posibles cambios, como fluctuaciones en los mercados de radioisótopos de uso médico y requisitos de investigación, así como para proporcionar a Sudáfrica y a la región una instalación crítica de fabricación y suministro de combustible nuclear y para la realización de ensayos de materiales”, indica el Sr. du Bruyn.