

# Los reactores de investigación y su uso

Nicole Jawerth y Elisa Mattar

Desde hace más de 60 años, los reactores de investigación han dado al mundo un instrumento versátil para ensayar materiales y promover la investigación científica, así como para desarrollar y producir materiales radiactivos que son fundamentales para establecer diagnósticos y, en algunos casos, tratar enfermedades. Existe una gran variedad de diseños de reactores de investigación y una gama aún más amplia de aplicaciones que ofrecen beneficios socioeconómicos para ayudar a los países de todo el mundo a alcanzar sus objetivos de desarrollo sostenible.

Hasta la fecha se han construido más de 800 reactores de investigación. Si bien con el paso de los años muchos se han puesto en régimen de parada y se han clausurado, 224 siguen funcionando en 53 países. En la actualidad, se están construyendo 9 reactores de investigación, y durante el último decenio se han construido más de 10. Dado que la mayoría se construyeron durante las décadas de 1960 y 1970, hoy la mitad de los reactores de investigación en funcionamiento tienen más de 40 años y alrededor del 70 % tienen más de 30.

## ¿Qué son los reactores de investigación?

Los reactores de investigación son reactores nucleares pequeños que se usan principalmente para producir neutrones, a diferencia de los reactores nucleares de potencia, que son de mayor tamaño y se emplean para generar electricidad. En comparación con los reactores nucleares de potencia, los de investigación presentan un diseño más simple, funcionan a temperaturas inferiores, requieren mucho menos combustible y, por lo tanto, generan muchos menos desechos. Dada su importante función en la investigación y el desarrollo, muchos de estos reactores se encuentran en campus universitarios e institutos de investigación.

La potencia de los reactores de investigación se designa en megavatios (MW); 1 MW equivale a 1 millón de vatios, y el vatio es una unidad de potencia. La potencia de salida de los reactores de investigación se sitúa entre 0 MW, como la de un conjunto crítico, y 200 MW, frente a los 3000 MW (también designados como 1000 MW (eléctricos)) de una unidad de un

gran reactor nuclear de potencia. Sin embargo, la mayoría de los reactores de investigación tienen una potencia de salida inferior a 1 MW.

## ¿Cómo se utilizan los reactores de investigación?

Los neutrones —partículas subatómicas presentes en casi todos los átomos— producidos por los reactores de investigación son útiles para los estudios científicos a nivel atómico y microscópico. Se emplean para producir radioisótopos de uso médico y para irradiar materiales a fin de desarrollar reactores de fisión y fusión, entre otras aplicaciones. Estas partículas se usan principalmente en esferas como la industria, la medicina, la agricultura, la criminalística, la biología, la química y la geocronología.

A diferencia de los reactores de potencia, los reactores de investigación también se pueden utilizar con fines de enseñanza y capacitación. Esto se debe a su menor complejidad, lo que significa que sus sistemas y sus diseños generales son simples y de fácil acceso, gracias a lo cual se pueden simular diferentes condiciones del reactor de manera segura. Los reactores de investigación pueden utilizarse para dar formación a los explotadores de los reactores, al personal de mantenimiento y explotación de las instalaciones nucleares, al personal de protección radiológica, al de los órganos reguladores, a estudiantes y a investigadores.

## Algunos de los usos específicos de los reactores de investigación

La investigación con neutrones comenzó tras su descubrimiento por el físico James Chadwick en 1932. A mediados de la década de 1950, el empleo de los neutrones en la investigación se había extendido, en particular a medida que los investigadores comenzaron a aplicar técnicas de dispersión neutrónica. Actualmente, los neutrones producidos por los reactores de investigación se usan para diversos fines, algunos de los cuales se mencionan a continuación.



La **dispersión neutrónica** es una técnica de análisis que permite comprender la estructura y el comportamiento de los sólidos y la materia condensada. Dado que los neutrones interactúan con los átomos de la materia, su energía y otras propiedades pueden cambiar. Estos cambios pueden utilizarse para estudiar la estructura y dinámica de la materia. Las propiedades de los neutrones también los hacen especialmente útiles para el estudio del hidrógeno, de objetos grandes y pequeños, y de innumerables materiales, entre ellos los magnéticos. Esto sirve, entre otras cosas, para comprender cómo se reparan los huesos, estudiar las proteínas del cerebro, mejorar las baterías y crear imanes.

Para el **análisis de materiales**, con frecuencia se combinan los neutrones y los rayos X, ya que brindan información complementaria. Los neutrones son sensibles a elementos más ligeros, en particular al hidrógeno presente en el agua y al material biológico, mientras que los rayos X son más sensibles a elementos más pesados, como el hierro presente en el acero. La combinación de las técnicas neutrónicas y de rayos X permite lograr una mayor sensibilidad a todos los componentes de una muestra u objeto.

El uso de neutrones para el desarrollo y el **estudio de materiales** contribuye al conocimiento científico y al desarrollo de tecnologías en diversos ámbitos, desde la electrónica hasta la medicina y los materiales de construcción para condiciones extremas, tales como equipos para trabajar en el espacio y en centrales nucleares.

Los reactores de investigación también proporcionan neutrones que pueden utilizarse para ayudar a los investigadores a caracterizar objetos del patrimonio cultural, como pinturas y monumentos. Las técnicas basadas en neutrones permiten distinguir entre los diferentes tipos de materiales empleados en las obras de arte, como la pintura, y la composición elemental y textura de los objetos, como las rocas. Estos métodos se denominan “**ensayos no destructivos**” porque permiten a los investigadores estudiar los objetos sin dañarlos.

La **irradiación neutrónica** también puede emplearse para crear nuevos materiales con propiedades de interés. Por ejemplo, el silicio se irradia con neutrones a fin de cambiar su conductividad para usarlo en semiconductores de alta potencia.

Los reactores de investigación también se emplean en la **producción de radioisótopos**. Los radioisótopos son elementos inestables que recuperan la estabilidad tras experimentar decaimiento radiactivo. Durante el proceso de decaimiento, se emiten varios tipos de radiación, que pueden usarse en aplicaciones médicas o industriales.

Una de las aplicaciones más comunes de los radioisótopos es el diagnóstico y tratamiento de enfermedades como el cáncer y las enfermedades cardiovasculares. El radioisótopo más utilizado en medicina es el tecnecio <sup>99m</sup>, que se deriva del radioisótopo molibdeno <sup>99</sup> y se emplea para el diagnóstico por imagen (véase la página 12).

### Apoyo al uso de los reactores de investigación

El OIEA cuenta con décadas de experiencia en la promoción del uso de los reactores de investigación en todo el mundo. Presta asistencia a los países en todas las fases de un proyecto de reactor de investigación, desde la planificación, la construcción, la puesta en servicio y la explotación, hasta la clausura y el desmantelamiento al final de la vida útil. Además, el OIEA apoya a los países en la tarea de optimizar la utilización eficaz y sostenible de sus reactores de investigación (véase la página 20) y ayuda a los que no tienen este tipo de reactores a acceder a ellos, de manera que también puedan beneficiarse de estos poderosos instrumentos. Este apoyo se presta mediante actividades de capacitación, talleres, intercambios de conocimientos especializados y prácticas óptimas y servicios de examen por homólogos (véase la página 22), así como mediante documentos de orientación, normas y acceso remoto a la enseñanza y a cursos de aprendizaje electrónico. El OIEA también presta apoyo a los países para abordar la seguridad tecnológica y física en los reactores de investigación, comprendida la conversión tecnológica y físicamente segura de los reactores de investigación para que utilicen combustible de uranio poco enriquecido en lugar de combustible de uranio muy enriquecido (véase la página 26).

