

# RADIOTRAZADORES: INSTRUMENTOS NUCLEARES ESENCIALES PARA COMPRENDER LOS OCÉANOS



Los estudios con radiotrazadores pueden realizarse en estructuras de tiendas flotantes o en el fondo marino denominadas mesocosmos. Este valioso instrumento experimental permite que se estudien entornos naturales en condiciones controladas combinando las ventajas del laboratorio y del trabajo sobre el terreno.

(Fotografía: Nick Cobbing)

La labor que realiza el OIEA para ayudar a comprender y en última instancia proteger nuestros océanos depende de instrumentos nucleares de investigación denominados “radiotrazadores”. Los radiotrazadores son compuestos químicos que contienen isótopos radiactivos singulares. Los isótopos de un elemento tienen todos el mismo número de protones en el núcleo, pero difiere el número de neutrones. Los isótopos son, por lo tanto, formas de un solo elemento con masas diferentes. Cuando la composición del núcleo no cambia con el tiempo, se considera que el isótopo es estable. Los isótopos inestables, o radiactivos, “decaen” con el tiempo. En otras palabras, se transforman en otro elemento, o pasan a otro estado de energía, mediante un proceso denominado transmutación en el que los núcleos atómicos (protones y neutrones) emiten partículas con carga energética alta e ionizantes y/u ondas electromagnéticas de gran energía denominadas emisiones de rayos gamma.

Los radioecólogos suelen introducir pequeñas cantidades de un “radiotrazador”, un isótopo radiactivo, en un sistema biológico complejo, por ejemplo, para poder observar cómo funcionan las células o los tejidos. Los científicos pueden identificar un radiotrazador entre todos los demás compuestos naturales y casi idénticos. La “firma isotópica” del radiotrazador es singular y

produce una traza claramente visible a medida que sigue los nutrientes, la energía o los contaminantes en un organismo, una red alimentaria o un ecosistema. Los radiotrazadores se detectan fácilmente en cantidades mínimas, por consiguiente, es posible realizar estudios sin contaminar los organismos o ecosistemas, o afectar la química o la dinámica de fluidos del sistema. El OIEA aplica radiotrazadores tanto en laboratorios como sobre el terreno, y cada una de las prácticas tiene sus propias ventajas. Los experimentos en los laboratorios tienen la ventaja de crear ecosistemas simplificados y artificiales en los que los procesos y las interacciones naturales pueden estudiarse sin interrupciones. Los estudios sobre el terreno examinan los complejos sistemas del mundo real y pueden dar respuesta a preguntas sobre el destino final de los compuestos, la dinámica entre especies diferentes y la forma en que los compuestos se fijan en los sedimentos y/o se dispersan como contaminantes en el medio ambiente.

Durante estudios sobre el terreno a gran escala, los radiotrazadores se utilizan principalmente para revelar los procesos de transporte, dispersión y depósito de los productos químicos en el medio ambiente natural. Esos estudios se realizan en entornos costeros donde se ha evaluado y examinado el alcance y la repercusión

de la disposición final de las aguas residuales y otros efluentes. En el decenio de 1970, una serie de estudios experimentales realizados en el sistema de lagos del Canadá, utilizando radiotrazadores de metales pesados (cadmio-109, zinc-65, mercurio-203, hierro-59, cobalto-60, cesio-134, y selenio-75) y radiotrazadores de nutrientes (carbono-14), revelaron la forma en que los trazadores se absorben en sedimentos y nutrientes. También demostraron la forma en que los contaminantes se transfieren del agua y los sedimentos a los organismos. De este modo entran en la cadena alimentaria y se desplazan en ella. En fecha más reciente las posibles consecuencias radiológicas que esos estudios sobre el terreno puedan tener en el medio ambiente han suscitado inquietud. Una evaluación de la dosis de biota no humana (instrumento de evaluación ERICA) realizada durante el estudio de un lago se centró en determinar si las concentraciones de radiotrazadores utilizadas eran suficientemente elevadas

**Los últimos informes sobre el estado de nuestros océanos son, como poco, preocupantes. La explotación de sus limitados recursos, el aumento de la contaminación marina y la destrucción de sus hábitats que prestan servicios están imponiendo a una gran tensión a sus organismos.**

para tener repercusiones negativas en el ecosistema; los resultados confirmaron que las dosis eran inferiores a los niveles de referencia establecidos por la Comisión Internacional de Protección Radiológica. Esto indica que es viable que los radiotrazadores se utilicen de forma segura en estudios a escala de ecosistema.

Con su limitado impacto ambiental, los radiotrazadores pueden utilizarse en una gran variedad de nuevas aplicaciones para generar mayor sensibilización sobre el medio ambiente y los problemas a los que se enfrenta. Al utilizar carbono-14 o fósforo-32 es posible estudiar la dinámica de los nutrientes y adquirir una mejor comprensión de los fundamentos de un ecosistema. Utilizando análogos de período corto de productos de la industria nuclear, como el cesio-134 y el estroncio-85, o isótopos de metales pesados, los radioecólogos pueden examinar la acumulación de contaminantes en organismos marinos y la bioamplificación (aumento acumulativo de la concentración de sustancias en los organismos en niveles sucesivamente elevados de la cadena alimentaria). La bioamplificación, un aspecto importante de la contaminación marina, es particularmente preocupante para los animales que viven más años, como los seres humanos. Entre las posibles nuevas aplicaciones de los radiotrazadores cabe citar su utilización en moléculas orgánicas a escala nanométrica y de marcado, como los medicamentos, para seguir su comportamiento a medida que esas moléculas

interactúan con los organismos tras ser excretadas por el cuerpo humano y pasan a través de la red de alcantarillado.

A pesar de sus amplias posibilidades de utilización, los radiotrazadores tienen sus limitaciones, principalmente el hecho de que para estudiar algunos procesos los trazadores tienen que ser absorbidos y dispersados en el medio ambiente durante varios días o períodos más prolongados. En entornos de aguas abiertas esto puede dar lugar a una dispersión muy amplia debido a las corrientes, la acción de las olas y los animales migratorios que alejan los trazadores de la zona de estudio. No obstante, este inconveniente no limita el estudio de algunos de nuestros hábitats marinos más vitales. Las zonas costeras que forman bahías, las granjas de acuicultura, los arrecifes coralinos o las estructuras de tiendas flotantes o en el fondo marino podrían utilizarse para limitar el movimiento de organismos y trazadores, por lo que son entornos muy viables para realizar esos estudios utilizando la tecnología nuclear más avanzada.

Los últimos informes sobre el estado de nuestros océanos son, como poco, preocupantes. La explotación de sus limitados recursos, el aumento de la contaminación marina y la destrucción de sus hábitats que prestan servicios están imponiendo una gran tensión a sus organismos. Los radiotrazadores son instrumentos nucleares singulares que pueden utilizarse para estudiar la contaminación y su transporte en costas y océanos. El OIEA y sus asociados tratan de difundir estas tecnologías nucleares para mejorar la comprensión de la salud de los océanos, alentando a los países a adoptar medidas prácticas para evitar un mayor deterioro.

---

Cath Hughes, Organización Australiana de Ciencia y Tecnología Nuclear

<sup>1</sup>Riesgo ambiental procedente de contaminantes ionizantes: evaluación y gestión (ERICA)—[www.ERICA-tool.com](http://www.ERICA-tool.com)