Vigilancia del medio marino

El laboratorio del OIEA en Mónaco ofrece una valiosa instrucción en materia de medición de contaminantes en el mar

por S.W. Fowler, E. Holm y L.D. Mee

El Laboratorio Internacional de Radiactividad Marina del OIEA en Mónaco capacita a nacionales de los Estados Miembros en aspectos técnicos avanzados de la medición de contaminantes marinos radiactivos y no radiactivos en el mar y su posible transferencia al hombre.* Como el campo de la contaminación marina es por naturaleza multidisciplinario, la capacitación que se ofrece en el Laboratorio de Mónaco tiene un alcance amplio.

El principal requisito que debe cumplir la mayoría de las personas que se inician en este campo es aprender a estudiar adecuadamente a "vigilar" el medio marino contiguo a una instalación nuclear existente o prevista, de forma provechosa y eficaz en función del costo. El personal local disponible suele ser reducido; por lo tanto, es importante saber con precisión qué hay que vigilar, cómo hacer las mediciones, con qué frecuencia, y, por último, cómo interpretar los datos. Para llevar a cabo esa labor correctamente, es necesario conocer bien las metodologías radioquímicas y biológicas marinas. Las secciones de radiogeoquímica y radioecología del Laboratorio Internacional de Radiactividad Marina proporcionan capacitación especializada en estas esferas.

El tema principal de los programas y los estudios de vigilancia de la radiactividad marina es cómo se produce la bioacumulación de radionucleidos en las cadenas alimentarias y en qué grado éstos pasan al hombre. En un esfuerzo por ayudar a responder estas preguntas, la sección de radioecología del Laboratorio ejecuta un programa relativo a las cadenas alimentarias. Por lo general los pasantes y los becarios se integran a estas actividades para estudiar técnicas de cultivo animal y de mantenimiento, metodologías para evaluar las posibilidades de bioacumulación de radionucleidos en diversos organismos, y las técnicas corrientes de conteo para medir radionucleidos en especies marinas vivas. Este tipo de capacitación "práctica" les permite pronosticar mejor el movimiento y la transferencia biológica de radionucleidos en las especies típicas que intervienen en las cadenas alimentarias de sus aguas nacionales.

Los señores Fowler, Holm y Mee son Jefes de los Laboratorios de Radioecología, Radiogeoquímica y Estudios de Ambientes Marinos del Laboratorio Internacional de Radiactividad Marina del OIEA, 2 Avenue Prince Héréditaire Albert, MC-98000, Mónaco.

* Véase un informe general sobre la labor del Laboratorio de Mónaco en el *Boletín del OIEA*, Vol. 29, N° 3 (1987).

Programas radioecológicos

Los programas de radioecología marina que se ejecutan en la actualidad tienen también como objetivo identificar las posibles especies con capacidad especial para acumular determinados radionucleidos a concentraciones relativamente altas, que después se miden fácilmente mediante técnicas radiométricas uniformes. Estas especies "centinelas" actúan, por lo tanto, como indicadores biológicos rápidos de la contaminación radiactiva que, de otro modo, pasaría inadvertida debido al tiempo que toma realizar análisis largos y complejos de las bajas concentraciones de radiactividad en el agua de mar. En este campo los pasantes aprenden a conocer las ventajas que ofrecen los diferentes tipos de estas especies "bioindicadoras", y concentran su trabajo en las especies que se encuentran en sus aguas nacionales. Se hace hincapié en las técnicas de recolección en el campo y mantenimiento de esas especies. Hay factores ambientales y biológicos como salinidad, temperatura, luz, temporada, crecimiento, etapa reproductiva, sexo y tamaño, que pueden modificar significativamente las pautas y las tasas de bioacumulación de radionucleidos en esos organismos. Por tanto, se presta atención a las metodologías que permiten describir esos efectos.

El programa de capacitación en materia de radioecología también se concentra en la enseñanza de técnicas de campo para la recolección de materias biológicas, incluidas especies vivas. Con frecuencia se realizan viajes y cruceros de campo a bordo de dos barcos propiedad del Museo Oceanográfico de Mónaco, el *Winnereta Singer* y el barco de investigaciones *Physalie*. A bordo, los pasantes y los becarios del OIEA aprenden diversas técnicas oceanográficas de recolección corrientes que incluyen el empleo de redes para fitoplancton y zooplancton, redes de arrastre de media agua para camarones y peces grandes, y dragas bénticas para especies que viven sobre los sedimentos del fondo y en éstos. Se instruye a los pasantes en el manejo y mantenimiento adecuados de especies vivas destinadas a los estudios de laboratorio, así como en la preparación de materias biológicas no contaminadas para los análisis ambientales de baja actividad. Recientemente, el personal del Laboratorio adquirió experiencia en el emplazamiento en aguas profundas de complejas trampas de sedimento colocadas en serie cronológica, para muestrear las pequeñas partículas biológicas que transportan vertical-

mente los radionucleidos hacia los sedimentos. Esos estudios están relacionados directamente con muchos programas de vigilancia de radionucleidos en ecosistemas costeros.

El Laboratorio de Mónaco reúne condiciones particularmente apropiadas para ofrecer capacitación en técnicas biológicas en laboratorio y en el terreno por su proximidad al mar, la facilidad de acceso a los barcos oceanográficos para la recolección de materias, y su variedad de estanques de agua salada para la experimentación. Se prevé que las posibilidades del Laboratorio en materia de capacitación mejoren considerablemente debido a su reciente traslado a nuevas instalaciones.

Capacitación en materia de radioquímica

La sección de radiogeoquímica del Laboratorio ofrece un amplio programa de capacitación en laboratorio y en el terreno que pone énfasis en la detección de radionucleidos de baja actividad en materias ambientales. En todos los estudios de vigilancia del medio ambiente marino, la clave de una buena medición suele estar en la selección del método de análisis. El método puede a veces ser relativamente sencillo, pero lo más común en los estudios del medio ambiente es que se necesiten técnicas modernas que suponen la separación radioquímica de muestras ambientales y la espectrometría nuclear avanzada. La capacitación abarca una amplia variedad de separaciones químicas de emisoras gamma, beta y alfa, así como las diferentes técnicas nucleares que se emplean para medirlos. La capacitación se concibió especialmente para que los participantes se familiarizaran con metodologías radioquímicas fiables que, una vez de vuelta en sus laboratorios, les permitieran realizar adecuadamente las mediciones en el marco de los programas nacionales en ejecución. Si se logra ese objetivo, la calidad de los datos de esos programas estará automáticamente garantizada. Entre los programas que exigen datos de alta calidad figuran la vigilancia de las zonas aledañas a las instalaciones nucleares, la vigilancia de sustancias radiactivas que tienen su origen en la exposición transfronteriza, y el empleo de sustancias radiactivas en estudios geoquímicos. Generalmente estos proyectos constituyen una parte importante del programa de asistencia técnica del Organismo.

Las solicitudes de capacitación en radioquímica marina de los Estados Miembros se han concentrado en el aumento de la capacidad para analizar los actínidos, fundamentalmente los isótopos de plutonio y americio 241. Los muchos años de experiencia acumulados por el Laboratorio Internacional de Radiactividad Marina de Mónaco en el terreno de las mediciones de nucleidos transuránicos han hecho que los Estados Miembros se interesen en este tipo de capacitación. La experiencia ha demostrado que esos análisis requieren tiempo y son extremadamente difíciles de realizar sin la capacitación adecuada. En general, el acento se pone en las solicitudes que hacen los países. Con todo, en el caso de los actínidos es probable que sea más útil ofrecer capacitación en estudios de geoquímica marina que en las mediciones de vigilancia usuales de las zonas que rodean a las instalaciones nucleares. A raíz del accidente de Chernobil, aumentó notablemente el interés por conocer los últimos adelantos logrados en las técnicas espectrométricas gamma para la vigilancia del medio marino.

Habitualmente se ofrecen directrices generales en cuanto a cómo seleccionar adecuadamente los instrumentos para las mediciones beta y la espectrometría alfa y gamma, y dónde adquirir los insumos necesarios para actividades radioquímicas, como, por ejemplo, determinantes del rendimiento radioquímico. También se presta asistencia en el diseño y construcción de unidades de electrodeposición, preparación de fuentes, calibración de espectrómetros y evaluación de datos.

Usualmente los pasantes permanecen de 3 a 12 meses en el Laboratorio, según su nivel de instrucción y experiencia anterior; por lo general este tiempo basta para llegar a dominar los métodos analíticos requeridos. La mayoría de los que han estado por lo menos 1 año en el Laboratorio han participado en algún proyecto científico específico para aprender directamente las aplicaciones pertinentes de cada método.

Un aspecto importante de las mediciones de la radiactividad marina es la necesidad de disponer de métodos de referencia uniformes y de realizar un cuidadoso control de la calidad en el Laboratorio. Los métodos que se aplican actualmente a escala mundial casi siempre requieren reactivos químicos bastante caros que hay que seleccionar cuidadosamente y se obtienen de un reducido número de poseedores en todo el mundo. Por lo tanto, se insta a los pasantes a que adviertan esas posibles dificultades. De la misma manera, se les da a conocer los materiales de referencia disponibles y el programa de servicios de control de calidad del Laboratorio.

Asistencia complementaria

Complementar la capacitación en radioquímica y radioecología que se ofrece en Mónaco es también un factor que contribuye al éxito final del pasante. A menudo, después que éste regresa a su país, se envía personal del Laboratorio al Estado Miembro para que ayude a establecer las metodologías de análisis y realizar las mediciones en las condiciones del lugar. Este personal realiza actividades combinadas de reparación de averías de los instrumentos, improvisación a partir de técnicas uniformes y evaluación de los resultados obtenidos en el país. Trabajar en las condiciones del país de origen del pasante brinda al instructor del Laboratorio una valiosa retroinformación que el Organismo usa para mejorar los programas de capacitación de Mónaco.

Vigilancia de la contaminación marina

El Laboratorio de Estudios de Ambientes Marinos (LEAM) del Laboratorio Internacional de Radiactividad Marina fue creado en 1986 para consolidar los intereses del OIEA en materia de contaminantes marinos no radiactivos, en colaboración con otros organismos de las Naciones Unidas y organizaciones no gubernamentales, para dar respuesta a la inquietud que la contaminación del medio marino despierta en todo el mundo. El laboratorio es único en su género dentro del sistema de las Naciones Unidas, y cuenta con el apoyo activo del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) por conducto de su programa de Mares Regionales, y de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la Organización de las

Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). Gracias a los esfuerzos precursores del Organismo en el campo del control analítico de la calidad, el LEAM se ha convertido en un importante centro de desarrollo y comprobación de técnicas analíticas, prácticas mundiales y regionales de intercalibración, programas de vigilancia e investigación experimentales, y elaboración y ejecución de programas de garantía de calidad de los datos regionales. Las técnicas nucleares constituyen también un importante medio para el estudio de los contaminantes marinos no radiactivos, ya sea mediante "técnicas de punto de referencia", como el análisis de activación neutrónica, o mediante el empleo de análogos de contaminantes orgánicos marcados con isótopos radiactivos en estudios efectuados en ambientes muy reducidos con trazadores controlados.

La capacitación es un componente integral de las actividades del LEAM, en particular de los programas de garantía de calidad de los datos regionales. Estos programas se están ejecutando con carácter experimental en las regiones del Mediterráneo y del Golfo (en el marco de los Planes de Acción para el Mediterráneo y el Plan de Acción de Kuwait del PNUMA) y bien podrían extenderse en el futuro a otras regiones (como, por ejemplo, el Africa occidental, el Caribe y América del Sur). Los analistas de los programas nacionales de vigilancia de la contaminación marina asisten a cursos especializados sobre análisis de hidrocarburos clorados (bifenilos policlorados o plaguicidas), oligoelementos metálicos o residuos de hidrocarburos petrolíferos en el Laboratorio de Mónaco. Cuando regresan a su país, se organiza una misión conjunta de muestreo en la que un funcionario especialista del LEAM, junto con el ingeniero de mantenimiento de este Laboratorio, invitado por el PNUMA, visitan el laboratorio del pasante y participan en un ejercicio de vigilancia de rutina. El ingeniero de mantenimiento garantiza el funcionamiento de los instrumentos analíticos pertinentes, y da instrucciones básicas acerca del mantenimiento y la calibración por parte del usuario. Después el funcionario especialista trabaja con el equipo local para brindarle asesoramiento práctico y, si es necesario, complementar la capacitación básica ofrecida en Mónaco. Al final de su estancia, el funcionario especialista y sus anfitriones preparan y calibran un gran lote de material de referencia interno pertinente para el trabajo. Terminada la misión, se efectúan mediciones de rutina del material en el centro nacional para establecer una verificación continua de la calidad de los datos. Se estimula además a todos los participantes a que colaboren con las prácticas de intercalibración del Organismo y a que apliquen los Métodos de Referencia del OIEA, el PNUMA y la Comisión Oceanográfica Intergubernamental para la Contaminación Marina, editados también en el Laboratorio de Mónaco.

En 1988 se seleccionaron tres países como objetivos para desarrollar el programa de garantía de calidad para la región del Mediterráneo: Egipto, Argelia y Marruecos. Durante los tres primeros meses del año, ocho analistas de esos países recibieron capacitación especializada en Mónaco; la primera misión conjunta de muestreo (enviada a Egipto) se realizó en abril.

El LEAM también proporciona capacitación especializada en mediciones y evaluación de contaminantes marinos a científicos de los Estados Miembros. La serie de parámetros estudiados se revisa constantemente y el programa del Laboratorio incluye nuevos contaminantes prioritarios (que recientemente han causado inquietud en el ámbito internacional), como, por ejemplo, los compuestos orgánicos del mercurio y el estaño. No sólo se hace hincapié en las técnicas analíticas, sino también en el muestreo, la estrategia de muestreo y el uso de los datos para las evaluaciones de la contaminación. Recientemente, pasantes del Iraq y Nigeria permanecieron de uno a dos meses en el Laboratorio, y en el transcurso de 1988 se esperan algunos latinoamericanos.

El personal del Laboratorio ha ofrecido, en los Estados Miembros, capacitación en grupo en inglés, francés y español, sobre diversos aspectos de la contaminación marina. Actualmente se prepara un programa de capacitación en grupo sobre mantenimiento y calibración óptima de instrumentos analíticos por el usuario.

Al igual que en otras secciones del Laboratorio Internacional de Radiactividad Marina, en el LEAM la capacitación no es una "clase" pasiva ni una práctica de "demostración en laboratorio", sino un proceso dinámico e interactivo que continúa para los pasantes hasta mucho después de su estancia inicial en el Laboratorio de Mónaco. La participación activa del personal del LEAM en los programas de vigilancia e investigación experimentales, conferencias y grupos de trabajo científico, les permite adecuar los últimos adelantos tecnológicos y de la ciencia de la contaminación a las posibilidades reales y las prioridades de los laboratorios de los Estados Miembros en esta esfera, y, por tanto, preparar cursos de capacitación y prácticas complementarias útiles.