

# Respirando mejor: Indonesia trabaja por un aire más limpio

por Michael Amdi Madsen

Los indonesios pronto respirarán un aire más limpio tras los cambios reglamentarios introducidos a raíz de un estudio realizado con técnicas analíticas nucleares. Ahora, por primera vez, se vigila con precisión la contaminación del aire por plomo y otra materia particulada fina, y los funcionarios indonesios están comprendiendo con claridad el problema de la contaminación del aire y cómo abordarlo.

“Es un paso muy importante para nosotros”, dice Muhayatun Santoso, Investigadora Superior de la Agencia Nacional de Energía Nuclear (BATAN) de Indonesia. “Esperamos poder contar con un reglamento medioambiental más estricto antes de que el país se embarque en proyectos de desarrollo energético importantes”.



Toma de muestras de aire en Palangka Raya, Borneo (Indonesia).

(Fotografía: M. Santoso/BATAN)

Esto no siempre fue así. En 2006 Indonesia puso en marcha un proyecto de mejora de la calidad del aire urbano destinado a tener aire limpio y saludable en las ciudades del país en 2020. Se introdujo un sistema de vigilancia que empleaba variadas técnicas convencionales, entre ellas: sistemas de gestión de la calidad del aire en diez ciudades y tomamuestras pasivos en 33 provincias.

“Por las limitaciones de recursos, los sistemas de gestión de la calidad del aire no funcionaban eficazmente en la totalidad de las diez ciudades —el mantenimiento del sistema resultaba carísimo—”, explica Santoso. “El sistema en sí también tenía límites y no servía para vigilar materia particulada de menos de 2,5 micrómetros, por lo que dejaba sin detectar toda una gama de contaminantes potencialmente nocivos. Necesitábamos mejorar el sistema y probar algo distinto”.

## Probar algo nuevo

La necesidad de probar algo distinto se tradujo en la colaboración con el OIEA para incluir técnicas analíticas nucleares en el proyecto de vigilancia de la calidad del aire. Los análisis por activación neutrónica, la espectrometría de fluorescencia de rayos X y los análisis con haces de iones pueden producir grandes conjuntos de datos muy precisos sobre la composición elemental de la materia particulada; una información clave para determinar las posibles fuentes de contaminación del aire (véase el recuadro).

“La contaminación por plomo resultante de la actividad humana es principalmente materia particulada fina —de menos de 2,5 micrómetros— y puede ser difícil detectar las fuentes”, dice Santoso. Mediante el análisis por emisión de rayos X inducida por protones y el conocimiento aportados por el OIEA, el grupo de investigación de la BATAN consiguió rastrear la causa y el origen de la contaminación por plomo en varias zonas, como por ejemplo Serpong, cerca de Yakarta. “Pudimos asociar un alto porcentaje de la contaminación a un centro de reciclaje y una instalación de producción de baterías de plomo”, explica.

Los resultados del proyecto se tomaron como base de una ofensiva para hacer cumplir la ley a los contaminadores ilegales y para concienciar al público de los peligros de la contaminación por plomo, afirma Santoso.

Merced a la colaboración con las ciudades locales, los organismos provinciales de protección ambiental y el Ministerio de Medio Ambiente de Indonesia, la BATAN ha ampliado el ámbito de vigilancia más allá de Java. “Hemos dado el gran paso de ampliar los lugares de muestreo, que pasaron de uno en Bandung a 16 en las ciudades de nuestras islas más grandes”, explica.

## Un compromiso prometedor

Los resultados de la vigilancia del aire están propiciando cambios en el plano legislativo. Las conclusiones del estudio sobre la contaminación por plomo han comportado la revisión de la ley indonesia de control de la contaminación del aire y culminado en la reducción del umbral de la concentración de plomo aceptable en el aire ambiental. “Esta contribución representa una mejora prometedoras en lo que respecta a la determinación, políticas y estrategias gubernamentales para luchar contra la contaminación del aire a escala nacional”, dice Santoso, y añade que el proyecto está en camino de una nueva ampliación, con más técnicas y más puntos de vigilancia. En los próximos tres o cinco años habremos



cubierto 34 ciudades y conseguido el objetivo de vigilar las capitales de todas la provincias de Indonesia”.

## Vigilancia del desarrollo

Indonesia está desarrollándose con rapidez y prevé construir más de 30 centrales eléctricas en Java y Bali, incluida una central de carbón de 10 000 megavatios. Santoso explica que estas centrales contribuirán a la contaminación ambiental y requerirán una intensificación de la vigilancia, y que harán falta nuevos estudios de caracterización analítica del carbón empleado, los productos de la combustión y sus efectos en el medio ambiente como parte del proyecto de vigilancia de la contaminación del aire.

La evaluación de los efectos ambientales y fisiológicos de los elementos tóxicos depende de los niveles de exposición, las cantidades y la especificidad química. “Para nosotros es fundamental realizar análisis del estado elemental y químico del arsénico, el mercurio, el cadmio, el níquel, el cromo y el plomo —oligoelementos tóxicos asociados a la combustión del carbón—, pero lamentablemente esos elementos se están por debajo de los límites de detección de la fluorescencia de rayos X por energía dispersiva y la emisión de rayos X inducida por partículas, que son las técnicas nucleares que hemos venido utilizando”, afirma Santoso.

Para superar esta limitación, Indonesia necesita tener acceso a un sincrotrón —un tipo de acelerador de partículas— que facilite el análisis de las muestras. El OIEA está ayudando a Indonesia a analizar sus muestras por medio de un sincrotrón que está a disposición del Organismo en el marco de un proyecto coordinado de investigación con organizaciones asociadas en Trieste (Italia). La BATAN espera que esta colaboración aporte al proyecto de vigilancia de la calidad del aire información más significativa sobre la especiación y composición química de los contaminantes del aire y posibilite una mejor evaluación de sus efectos ambientales y la garantía de un aire más limpio para todos.

La contaminación del aire es un problema regional, explica Gashaw Gebeyehu Wolde, Oficial de Programas del



### Expertas analizan muestras de partículas en suspensión mediante técnicas analíticas nucleares en la BATAN.

(Fotografía: M. Santoso/BATAN)

OIEA: “La contaminación transfronteriza es un problema grave; el apoyo que prestamos en materia de capacitación y los conocimientos técnicos que aportamos ayudan a los países a establecer mecanismos de muestreo que sirvan para determinar con precisión la causa y el origen de la contaminación del aire. Es importante saber si la contaminación es producto de la actividad humana o el resultado de un incendio forestal o de actividad volcánica”. A través de su programa regional, el OIEA presta asistencia a los países del sudeste asiático para crear una amplia base de datos regional de uso común y apoyo para desarrollar capacidades analíticas en el plano local; y, cuando es necesario, facilita el análisis de muestras en centros de recursos regionales que poseen instalaciones de análisis más sofisticadas, como los de Australia y Nueva Zelandia.

## BASE CIENTÍFICA

### Emisión de rayos X inducida por partículas

La emisión de rayos X inducida por partículas (PIXE) es una técnica analítica nuclear que utiliza un haz de iones —un haz de partículas cargadas— para obtener información sobre la composición elemental de una muestra.

La PIXE consiste en la exposición de una muestra a un haz de iones. La interacción entre el haz y la muestra produce una radiación electromagnética cuya longitud de onda puede atribuirse a elementos e isótopos específicos. Con ello, el

científico puede conocer no solo la naturaleza de la muestra sino también su origen.

La aplicación de la PIXE no se limita a la vigilancia de la contaminación del aire; dado que es una técnica de análisis no destructivo —no destruye la muestra estudiada—, puede utilizarse en arqueología y en conservación de arte.