

# Análisis de plomo: del laboratorio al campo

Por Andrea De Nigris<sup>1</sup>, Pablo Franco<sup>1</sup>, Gonzalo Heijo<sup>2</sup>, Raquel Huertas<sup>3</sup>, Eduardo Méndez<sup>2</sup> y Santiago Viera<sup>3\*</sup>

**El LATU, la Intendencia de Montevideo y la Universidad de la República trabajaron mancomunadamente para validar nuevas metodologías analíticas para la determinación de plomo en aire, que podrán ser usadas en Uruguay en diferentes ámbitos de aplicación, con la confianza necesaria.**

## Un poco de historia

La contaminación por plomo ha sido un tema de preocupación en Uruguay desde que estudios científicos publicados en el año 1999 revelaron la incidencia de plumbemia infantil en algunos barrios de Montevideo.

La lógica preocupación de la población y de los organismos competentes, acompañada por la difusión masiva del problema en los medios de prensa encontró su respuesta en la toma de una serie de medidas legislativas que tuvieron lugar en los últimos años.

Previamente a ese episodio, en 1994, Uruguay ya había asumido el compromiso de eliminar el plomo de los combustibles en un plazo de 10 años, medida que se hizo efectiva en 2004. En esos años, se promulgó el decreto 373/03 que reglamentó el desecho de baterías de plomo, y la Ley 17774/04 que estableció el control obligatorio de plumbemia en los trabajadores expuestos. En 2011, el decreto 069 estableció los límites en el contenido de plomo en pinturas y barnices, y en 2012, Uruguay aceptó el límite de 5 µg/dl para la plumbemia infantil establecido por el Center of Disease Control and Prevention (CDC) de los EE.UU.

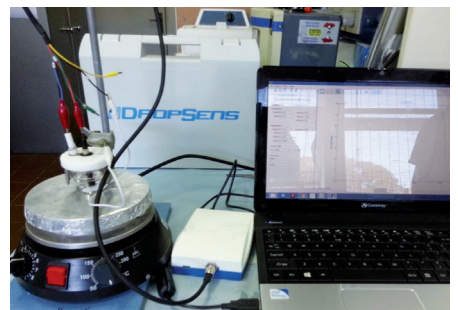
Lógicamente, la aplicación de esta normativa va de la mano de un aumento significativo del número de análisis de plomo que deben realizarse, aumentando la demanda analítica para la determinación de plomo. Esta situación no es nueva en el mundo. En la década

del 70, los EE.UU. experimentaron una situación similar cuando debieron resolver situaciones de plumbemia infantil y laboral, sumado a estudios de remediación de suelos, y detección de fuentes de contaminación. En aquellos años, la técnica empleada para la determinación de plomo en diferentes matrices era la "espectrometría de absorción atómica" pero, debido a los altos costos asociados a esta técnica y los equipos involucrados, no podía recomendarse para hacer estudios masivos.

La solución propuesta en EE.UU. por esos años fue inteligente. Desde el CDC se promovió la investigación en el desarrollo de nuevas técnicas que pudieran ser empleadas en campo, de manera de llevar a cabo análisis de plomo en forma masiva. En la década del 70, los métodos electroquímicos como la "voltamperometría de redisolución anódica" demostraban un buen desempeño analítico en términos de límites de detección y repetibilidad, por lo que mucha de la nueva investigación analítica se centró en estas metodologías. El resultado es ahora conocido por los laboratorios clínicos en todo el mundo: un equipo de medida electroquímico, de bajo costo, y adecuado para las medidas de plumbemia, que en Uruguay se encuentra funcionando en los laboratorios de ASSE.

Estos desarrollos forman parte de un conjunto de nuevas técnicas que pueden agruparse bajo el término

**De izquierda a derecha: Equipo de espectrometría de emisión atómica por plasma inducido del LATU; Equipo de fluorescencia de rayos X de la Intendencia de Montevideo; Equipo portátil de voltamperometría del Laboratorio de Biomateriales, UdelAR**



de “técnicas descentralizables”, es decir, aquellas propuestas metodológicas que pueden llevarse a cabo sin la necesidad de montajes aparatosos en los laboratorios.

## Los nuevos avances

La posibilidad de desarrollar metodologías descentralizables está directamente relacionada con los avances en la electrónica que conllevan una disminución del tamaño de los equipos.

Los últimos años han estado marcados por una nueva revolución tecnológica: el desarrollo de la nanotecnología. El hombre ha sido capaz no solo de reconocer las propiedades de la materia a escala nano ( $10^{-9}$  m), sino que también ha podido manipular la materia en esta escala, generando estructuras moleculares prácticamente “a demanda”.

Los desarrollos en nanotecnología dominan nuestra vida diaria (celulares, objetos de consumo, nuevos materiales), y también dominan los nuevos desarrollos en electrónica, haciendo que los dispositivos y equipos sean más pequeños aún. A esto se suma la existencia de nanomateriales, como las nanopartículas y los nanotubos, que poseen propiedades ópticas y eléctricas que resultan interesantes a la hora de desarrollar sensores analíticos.

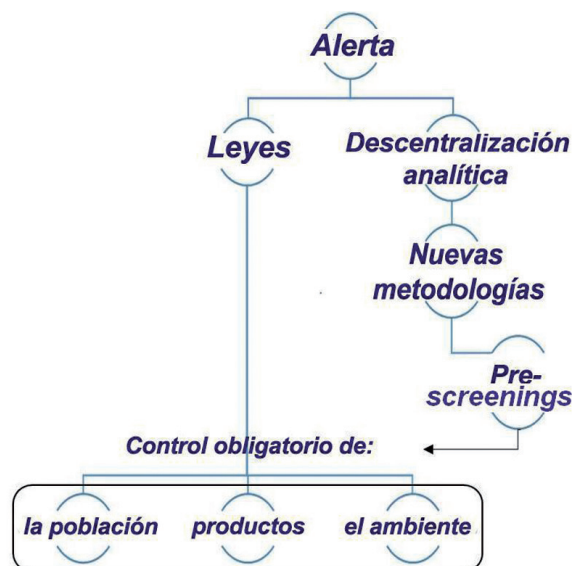
Estos desarrollos han dado un nuevo impulso a la descentralización analítica y, en consecuencia, al desarrollo de nuevas metodologías analíticas capaces de disminuir el impacto del creciente número de muestras que deben ser analizadas, es decir, que conducen a mejorar la atención de la demanda analítica existente.

## Nuevas técnicas, nuevos propósitos

Entre los nuevos dispositivos creados con los avances en electrónica y nanotecnología están los potenciostatos de bolsillo, sistemas electródicos desechables, digestores portátiles, y otros con técnicas de base nanotecnológica para ensayos tipo positivo/negativo. Para validar el uso de estas técnicas, es necesario contar con laboratorios de referencia, que den cuenta de la calidad de los nuevos procedimientos, de manera de asegurar la confianza de los usuarios.

En el año 2011 se abrió una convocatoria del Programa Medio Ambiente del LATU, por concurso, a través de la ANII, siendo elegido un proyecto conjunto entre el LATU, la Intendencia de Montevideo y la Universidad de la República, tendiente a desarrollar y comparar técnicas analíticas para determinar plomo en aire. El mismo se desarrolló en el período setiembre 2012 a octubre 2014. El proyecto es un ejemplo de este tipo de trabajo, en el que tres instituciones públicas trabajaron mancomunadamente para validar nuevas metodologías analíticas que podrán ser usadas en Uruguay en diferentes ámbitos de aplicación, con la confianza necesaria.

En particular, el trabajo se centró en la validación de las técnicas de análisis de plomo en material particulado recogido del aire en diferentes zonas de la ciudad de Montevideo. Las muestras fueron divididas y analizado por diferentes técnicas: fluorescencia de rayos X (XRF) (Intendencia de Montevideo), voltamperometría de redisolución anódica (ASV) (Facultad de



**Caminos alternativos para manejar la alerta frente a un evento de contaminación.**

Ciencias) y espectrometría de emisión atómica por plasma inducido (ICP-OES) (LATU). Los resultados obtenidos demostraron la aplicabilidad de las tres técnicas, con algunas diferencias que merecen ser destacadas.

La técnica de ICP-OES es la metodología de referencia avalada por la mayoría de los protocolos internacionales, pero tiene el inconveniente de ser destructiva, es decir que la muestra analizada se destruye en el análisis, y que emplea un equipo costoso y con requisitos de funcionamiento que hacen que deba estar instalado en un laboratorio, por lo que es no descentralizable.

La técnica de XRF es fácilmente adaptable para medidas en campo, y resulta ideal para ello. Se suma como ventaja el no ser destructiva, pero arroja resultados que pueden considerarse como semi-cuantitativos, y con un claro sesgo positivo. Esto último podría considerarse una ventaja ya que prevalecerán los falsos positivos sobre los falsos negativos.

Finalmente, la técnica ASV se ubica en una situación intermedia: es destructiva, pero arroja resultados cuantitativos y es fácilmente descentralizable. Todas estas opciones colaboran en buena medida a mejorar la capacidad analítica y se traducen en una sensible disminución de los costos asociados al control de calidad y/o ambiental.

**\*Afiliaciones de los autores:** 1. Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental, Unidad Calidad de Aire, Intendencia de Montevideo, 2. Laboratorio de Biomateriales, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, 3. Departamento Espectrometría Atómica de Alimentos y Medio Ambiente, LATU.