

# SENSORES ELECTROQUÍMICOS A BASE DE NANOPARTÍCULAS PARA EL MONITOREO DE METALES PESADOS EN MUESTRAS AMBIENTALES

**Juan Carlos Morales Gomero,**  
Eduardo Pinilla Gil

**Juan Carlos Morales Gomero**  
Candidato a doctor en Electroquímica por la Universidad Autónoma de Madrid  
✉ [jcmorale@ulima.edu.pe](mailto:jcmorale@ulima.edu.pe)

**Eduardo Pinilla Gil**  
Doctor en Química por la Universidad de Extremadura  
✉ [epinilla@unex.es](mailto:epinilla@unex.es)

Los metales pesados son reconocidos actualmente por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como una de las mayores amenazas ambientales para la vida de millones de personas. Uno de estos metales es el arsénico, presente en forma natural, en altos niveles, en las aguas subterráneas de diversos países, entre ellos Argentina, Bangladesh, Chile, China, India, México y Estados Unidos. En el 2014 fue reportado que en el Perú más de la mitad de muestras analizadas en 12 distritos de Lima (62 de 111 muestras) excedieron los  $50 \mu\text{g L}^{-1}$ . Además, el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (CIIC) lo ha clasificado como elemento cancerígeno. El límite máximo de arsénico permitido en agua potable es de  $50 \mu\text{g L}^{-1}$  (límite umbral de Bangladesh); sin embargo, la OMS establece que los límites recomendados de arsénico en agua potable son de  $10 \mu\text{g L}^{-1}$  (10 ppb).

La determinación de arsénico en trazas se establece por métodos convencionales, como la absorción atómica-genera-

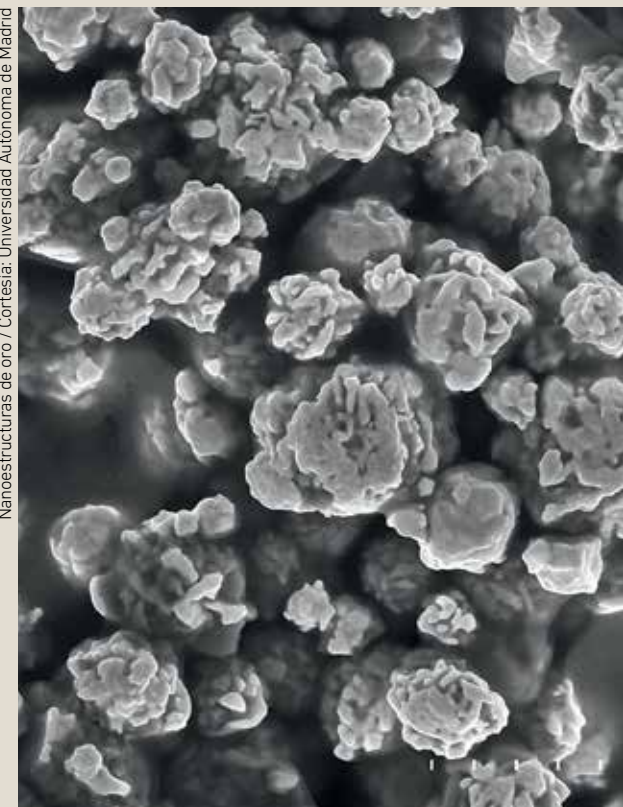
ción de hidruros-FIAS, fluorescencia por rayos X de energía dispersiva e ICP-MS. Este último es un método muy sensible y con límites de detección en la escala nanomolar, sin embargo, suelen ser análisis costosos que no pueden ser realizados en el campo. De este modo, en la búsqueda de métodos de análisis más baratos, sensibles y portátiles surgen los sensores electroquímicos.

Como parte de esta investigación, se construyó un sensor electroquímico de oro nanoestructurado y modificado con cisteína, para disminuir los límites de detección, comparándolo con los métodos de análisis convencionales. Asimismo, se trabajó con electrodos serigrafiados aprovechando sus ventajas, como el uso de menor cantidad de muestra y menor generación de residuos.

Las nanoestructuras de oro están siendo utilizadas en sensores y en diversas aplicaciones, debido a las propiedades catalíticas que presentan gracias a la relación de tamaño y superficie del material. Entre las nanoestructuras de oro destacan las nanopartículas, los *nanorods*, las nanorugosidades, los nanotubos y los *nanoshells*.

El electrodo de oro serigrafiado fue nanoestructurado utilizando potenciales de pulsos continuos catódicos de 1,6 V y anódicos de 0,3 V en medio ácido. La determinación de arsénico se realizó

Nanoestructuras de oro / Cortesía: Universidad Autónoma de Madrid



empleando la técnica de voltametría de redisolución anódica. En condiciones optimizadas, el sensor presentó un rango lineal entre  $20\text{-}250 \mu\text{g L}^{-1}$  de arsénico (III). Los límites de detección y cuantificación fueron  $8,71 \mu\text{g L}^{-1}$  y  $28,7 \mu\text{g L}^{-1}$ , respectivamente, realizados por voltametría de onda cuadrada. Los análisis de muestras de agua potable fortificada obtuvieron valores de recuperación mayores de 95 %, lo que revela al método como promisorio para la detección de arsénico. ❖