

## POTABILIZACIÓN DE AGUA POR NANOFILTROS EN CHILE

Diversos estudios contienen comparaciones entre tecnologías convencionales de tratamiento de agua y tecnologías nano-disponibles. Membranas de separación con estructuras a nivel de nanoescala pueden ser usadas también como un método de bajo costo para producir o generar agua potable. De todas estas técnicas, en los últimos años, ha tomado fuerza la aplicación de barreras reactivas permeables que permiten el paso del agua y actúa como captadora de iones usando hierro de valencia cero. Actualmente, y gracias al proyecto basal del Centro para el Desarrollo de la Nanociencia y Nanotecnología (Cedenna) perteneciente a la Usach, nuestro trabajo en Chile ha demostrado ser altamente eficiente, con una síntesis simple, de bajo costo, sin generación de subproductos tóxicos, y con alta sorción y selectividad.

Durante las últimas décadas el estudio del arsénico en aguas superficiales y subterráneas se ha extendido a lo largo del mundo debido a la toxicidad que presenta este metaloide. En el norte de nuestro país la presencia de arsénico en agua es siempre, o al menos generalmente, asociada a la industria minera... ¿y si el origen del arsénico fuese otro?

Entre 2008 y 2010 se realizó un estudio por académicos de la Facultad de Química y Biología de la Universidad de Santiago de Chile titulado “Análisis Físicoquímico y Químico de dos cuerpos lacustres urbanos”, en donde se analizó la calidad química y fisicoquímica, tanto superficial como subterránea, de la Laguna Carén y del Humedal de Batuco, pertenecientes a la cuenca hidrográfica de Chacabuco de la Región Metropolitana, lugares geográficos que alojan a dos de los tres acuíferos que sustentan el consumo humano en las zonas norte y poniente de Santiago.

Los muestreos -realizados desde junio de 2008 hasta abril de 2009 y en abril de 2010- arrojaron como resultado concentraciones de

arsénico en aguas superficiales y subterráneas superiores a lo permitido según la norma chilena de agua potable (NCh 409. Of. 2005). Además, se realizaron muestreos en pozos de consumo humano (años 2008 - 2010) en las zonas de Lampa, Batuco y la Laguna Carén, arrojando concentraciones de arsénico entre 4 y 12 veces por sobre la misma norma.

El estudio también concluyó que la presencia del metaloide tiene relación con el proceso de diagénesis de algunos minerales sulfurados, tales como pirita, calcopirita y/o calcosita, todos ellos presentes en la cuenca de Santiago y Chile central, lo que significa que se está en presencia de un fenómeno que seguirá ocurriendo en el futuro y que, por tanto, habrá que informar a la población y tomar medidas para solucionarlo.

Dado el tipo de recarga de aguas superficiales, principalmente subterránea, y la leve contaminación que presentan los esteros, humedales y laguna estudiadas, la investigación también descarta la presencia humana en el problema debido a que la concentración de arsénico "sube" a las aguas superficiales y no inversamente.

### **La historia continúa**

Además, entre diciembre de 2010 y enero de 2011 se realizó otro estudio dentro de la misma cuenca hidrográfica, pero en una zona ubicada aproximadamente 20 kilómetros más al norte de los estudios previos. Esta zona en particular posee tranques de relaves que han sido acusados de contaminar con arsénico las aguas subterráneas que son la base de consumo para los pobladores de la zona. Se analizaron muestras que fueron obtenidas en el perímetro externo de los tranques de relave, cuya concentración de arsénico máxima en agua fue de 22 veces por sobre la norma chilena de

agua potable. Sin embargo, un estudio estadístico de las muestras, junto con un análisis de transporte de arsénico en agua, arrojó que el tranque de relave que era acusado como “el causante de la contaminación” no sólo no contaminaba sino que, además, cumplía de manera óptima con la retención de arsénico al medio, aun cuando fue construido 25 años antes de que se implementaran las actuales normas de cierre de faenas.

Los resultados de este nuevo estudio arrojaron que, nuevamente, la presencia de arsénico correspondía a un origen natural y que no estaba relacionada con faenas mineras.

### **Descontaminando**

Diversos estudios contienen comparaciones entre tecnologías convencionales de tratamiento de agua y tecnologías nano-disponibles. Membranas de separación con estructuras a nivel de nanoescala pueden ser usadas también como un método de bajo costo para producir o generar agua potable. De todas estas técnicas, en los últimos años, ha tomado fuerza la aplicación de barreras reactivas permeables (PRB).

Una barrera permeable permite el paso del agua y actúa como captadora de iones usando hierro de valencia cero (ZVI). Si bien la tecnología aplicada al estudio y fabricación de barreras permeables es muy conocida e, incluso, la aplicación de ZVI-nano está desarrollándose, los problemas asociados a la aplicación pueden resumirse en: altos costos de producción de nanomaterial; síntesis complejas; generación de subproductos tóxicos y poca sorción por parte del ZVI.

Actualmente, y gracias al proyecto basal del Centro para el Desarrollo de la Nanociencia y Nanotecnología (Cedenna) perteneciente a la Usach, nuestro trabajo ha demostrado ser

altamente eficiente, con una síntesis simple, de bajo costo, sin generación de subproductos tóxicos, y con alta sorción y selectividad. Además, se trabaja en un sistema de descontaminación a través del uso de nanopartículas que en el laboratorio han demostrado alta eficiencia a la hora de atrapar el arsénico y otros elementos como plomo y cadmio. De aquí a tres años debieran contar con varias publicaciones científicas, un sustrato que contenga las nanopartículas para eliminar el arsénico y un producto que pueda utilizarse fácilmente para purificar el agua.

Aun cuando se ha enfocado la atención en los potenciales beneficios de sistemas de tratamiento de agua que usen nanotecnología, existe también la necesidad de realizar más investigación para conocer los potenciales riesgos de la nanotecnología para la salud humana y el medio ambiente. Aun cuando algunos estudios ya se han realizado, éstos indican que las propiedades propias de los nanomateriales (por ejemplo tamaño, forma, reactividad y conductividad) pueden, eventualmente, generar que estos materiales sean tóxicos.

Es imperativo que la información acerca del control y riesgo de los nanomateriales sea estudiado desde múltiples disciplinas, con el fin de no sólo conocer sus potenciales efectos nocivos, sino también, sus múltiples y potenciales beneficios.

Para el caso particular de las nanopartículas de este estudio, se concluye que serían capaces de adsorber (atrapar) tanto cadmio, plomo y arsénico, así como también otros elementos (sodio, potasio, magnesio y calcio), en cantidades muy superiores a las reportadas en la literatura.

Dado que un problema a nivel mundial es la contaminación de las reservas de agua por metales y metaloides, esta nueva tecnología podría ayudar a mejorar esta situación. Además, y dado que disminuye elementos que están en grandes cantidades en el agua de mar, es muy probable que esta tecnología permita, incluso, desalinizar agua de mar en el futuro cercano.

**Por: Marcelo Rocco, Magíster en Química Ambiental y Nanotecnología, Doctor en Geoquímica Medioambiental.**