

CONFERENCIA: COMPORTAMIENTO DE NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE CERIO DURANTE EL TRATAMIENTO SECUNDARIO EN LODOS ACTIVADOS

Comportamiento de nanopartículas de óxido de cerio durante el tratamiento secundario en lodos activados es el título de la conferencia que presentó el doctor Francisco Gómez el pasado 20 de septiembre en el Salón de Seminarios Emilio Rosenblueth, evento organizado por la dirección del instituto.

El doctor Gómez, egresado de la UASLP obtuvo el grado de doctor en Ingeniería Ambiental en la Universidad de Arizona, inició su exposición mencionando: *Hoy en día hablar sobre nanotecnología y el uso de nanopartículas es un tema bastante común ya que se encuentran en numerosos productos de uso diario y su empleo es cada vez más frecuente en diferentes procesos industriales. Sin embargo, ¿sabía usted que no existe un consenso general sobre dónde comienza el dominio “nano” y, hasta el momento, la palabra “nanopartícula” no cuenta con una definición universalmente aceptada para fines regulatorios? Según la National Science Foundation (NSF) una nanopartícula es un material que posee al menos una dimensión de 100 nm o menos ya que en este rango de tamaño la fracción de átomos expuestos en la superficie de los materiales es bastante significativa, lo que contribuye a que presenten*

propiedades físicas, químicas, electrónicas y atómicas diferentes comparadas a sus contrapartes de tamaño mayor (bulk). Por ejemplo, mientras el grafito utilizado en los lápices es quebradizo, el mismo material en tamaño “nano” es más duro que el acero. La habilidad de controlar y producir partículas tan pequeñas va más allá de la miniaturización de los procesos, y es considerada por varios sectores como una nueva revolución industrial tan importante como la del siglo diecinueve. En la actualidad podemos encontrar nanopartículas en cosméticos, productos médicos, ropa, bloqueadores solares entre otros. Las nanopartículas también tienen aplicaciones interesantes en el campo de la Ingeniería Ambiental donde materiales como nano-hierro cerovalente, nano-zeolitas, nano-óxidos metálicos y nanotubos de carbono se emplean para la degradación o ad/absorción de diversos contaminantes.

No obstante, al ser la nanotecnología un área tan revolucionaria, nuevas preguntas surgen en relación a los riesgos asociados a la fabricación y uso de nanopartículas, así como a su comportamiento una vez liberadas al medio ambiente. Actualmente existe amplia evidencia sobre sus efectos tóxicos en diversos sistemas

biológicos. Probablemente el más estudiado es la formación de sustancias de oxígeno altamente reactivas (ROS), incluyendo peróxido de hidrógeno y radicales hidroxilo, que dañan las células ya que su capacidad de defensa contra el stress oxidativo se ve largamente superada por la velocidad de generación de ROS por las nanopartículas, ocasionando en algunos casos la disrupción de la membrana celular. A pesar de contar con este tipo evidencia, las nanopartículas son reguladas con las mismas normas que rigen a los materiales, o compuestos, de tamaño bulk por lo cual su liberación, no intencional o controlada, al medio ambiente es inevitable. Estudios de modelamiento han encontrado que una fracción importante de nanopartículas llega a las plantas de tratamiento de agua (PTA) diariamente. Evidencias referentes a la presencia de estos materiales en plantas de tratamiento incluye el descubrimiento de nanopartículas de sulfato de plata en lodos biológicos y a la detección de nanopartículas de dióxido de titanio en diferentes PTA distribuidas en 7 Estados de Estados Unidos. Las plantas de tratamiento vigentes no fueron diseñadas para tratar este tipo de contaminantes, lo que genera una gran incertidumbre sobre si son apropiadas para remover este tipo de materiales. Las características del agua residual, incluyendo pH y alto contenido de material orgánico, tendrán un efecto importante sobre el comportamiento de las nanopartículas durante el tratamiento, provocando su aglomeración y posible sedimentación. Adicionalmente se han sugerido como métodos de eliminación la sorción de las nanopartículas al lodo primario y secundario y el atrapamiento de estos materiales en los flóculos que forman los microorganismos en el tratamiento. Solo existen un puñado de estudios referentes al comportamiento de nanopartículas en PTA, obteniéndose resultados muy variados, lo que sugiere que la eficiencia del proceso para eliminar las nanopartículas del agua residual depende no solo de las propiedades fisicoquímicas

del agua, sino también de las características inherentes de cada tipo de partícula.

Con el objetivo principal de proporcionar mayor información sobre este tema se estudió el comportamiento de nanopartículas de cerio durante el tratamiento secundario de agua residual. El cerio es el elemento más abundante de los llamados “tierras raras” y se emplea en la fabricación de diversos productos. Se utiliza exhaustivamente en la industria de los semiconductores para obtener chips libres de imperfecciones. Los resultados obtenidos demuestran que el comportamiento de las nanopartículas de cerio está altamente influenciado por los diversos compuestos orgánicos e inorgánicos del agua residual, y pueden disminuir considerablemente el efecto del pH sobre la estabilidad de las nanopartículas; la agregación de las nanopartículas de cerio dispersas en agua residual es evidente al formar inmediatamente aglomerados de más de 2 micrómetros de tamaño. Sin embargo, se observó que ciertos compuestos orgánicos, como el ácido húmico, pueden promover la estabilidad de estos materiales inclusive a valores de pH cercanos al punto isoeléctrico. El análisis de la concentración de cerio en el influente y efluente del tratamiento secundario arrojó datos prometedores ya que se obtuvo una eficiencia de eliminación promedio del 96%; el sistema demostró inclusive ser eficiente para remover las partículas más pequeñas al obtenerse una eliminación promedio del 94% para partículas menores de 25 nm. Estos datos sugieren que las PTA municipales pueden lograr eficiencias considerablemente altas en la remoción de estos materiales. En estudios adicionales se demostró que no solo la biomasa contribuye a la eliminación de las nanopartículas durante el tratamiento, como se ha estipulado en diversas publicaciones, también los desechos de los microorganismos, incluyendo polisacáridos y otros biopolímeros, juegan un rol sumamente importante en su remoción. La actividad de los microorganismos responsables de la degradación de la materia orgánica en el tratamiento secundario no se vio afectada por la presencia y acumulación del cerio en el reactor al observarse una eliminación prácticamente constante antes y después de la alimentación del cerio al sistema, indicando que la introducción de este material a las PTA municipales no afectará su funcionamiento.

Las excepcionales propiedades de las nanopartículas han generado grandes expectativas debido a que pueden impartir características especiales a diversos productos que de otra manera no sería posible o económicamente viable. No obstante, se debe poner mayor énfasis sobre los posibles riesgos que conlleva el uso y consumo de nanopartículas. Las PTA son un punto vital en el ciclo de vida de dichos materiales y pueden contribuir, o no, a su liberación al medio ambiente impactando de manera directa los ecosistemas que las rodean —concluyó—. ❧



Dr. Francisco Gómez (izquierda) y Dr. Adalberto Noyola, director del II UNAM (derecha).