

Fuente: Academia UDLAP – Estudiantes UDLAP.

Fecha: octubre, 2018

Nanoadsorbentes. Aplicación en remediación ambiental

Autores:

- Lic. Ana Karen Córdova Estrada, estudiante de la Licenciatura en Nanotecnología e Ingeniería Molecular, UDLAP.
- Dr. Felipe Córdova Lozano, Profesor De Tiempo Completo del Departamento de Ciencias Químico Biológicas. UDLAP.

En las últimas décadas, la contaminación ambiental de suelo, aire y agua se ha convertido en un tema prioritario y de interés creciente en el ámbito académico tanto en los países industrializados como en los no industrializados. Este interés ha sido atribuido al crecimiento de sitios contaminados por diferentes sustancias, que como es bien sabido, ha sido ocasionado por factores tales como el crecimiento poblacional, desarrollo industrial, desarrollo de la agricultura entre otros. Al respecto, las sustancias contaminantes que más se encuentran en aire, agua y suelo son compuestos orgánicos volátiles (BTEX, en donde BTEX significa benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos), compuestos semi-volátiles, compuestos poli-aromáticos, pesticidas, fenoles, ftalatos, colorantes, antibióticos, grasas y contaminantes de tipo inorgánico (arsénico, cadmio, cobalto, cromo, cobre, fluoruro, mercurio, manganeso, níquel, plomo, selenio, vanadio y zinc). La forma en la cual estos contaminantes ingresan al medio ambiente puede ser diversa, pero en el caso de los metales, por ejemplo, elementos tales como Cr, Cu, Fe, Mn, Mo y Zn se introducen en nuestro entorno principalmente a través de actividades humanas tales como la minería, el tráfico y la agricultura. Al respecto, cabe resaltar que, aunque algunos de estos elementos son nutrientes esenciales para ciertos organismos a niveles traza (concentraciones muy bajas), a niveles de alta concentración se vuelven tóxicos y pueden contribuir a una gran cantidad de problemas para la salud humana, animal y vegetal.

Si bien es sabido que algunos contaminantes pueden ser degradados por procesos biológicos, en muchos casos estos procesos no son efectivos para la degradación de muchos contaminantes, por lo que, estos compuestos permanecerán sin alteración química alguna en su estructura en los cuerpos de aire, agua y suelo, denominando a estos compuestos como xenobióticos y/o recalcitrantes, es decir resistentes a la biodegradación. De esta manera, otras metodologías o técnicas para la degradación y/o tratamiento de estos compuestos xenobióticos han sido desarrolladas dentro de las cuales podemos mencionar la adsorción, coagulación-floculación, ozonización, filtración con membranas, uso de reactivo Fenton, tratamientos con H₂O₂/UV, métodos electroquímicos y procesos avanzados de oxidación. Estos últimos han sido aplicados de manera exitosa, sin embargo, existen algunos inconvenientes en su aplicación: suelen ser costosos en cuanto a su implementación y en algunos casos producen como subproductos de la degradación sustancias químicas que resultan ser más tóxicas que las sustancias iniciales a degradar. En base a esto, por lo tanto, los procesos de descontaminación de aire, agua y suelo deben cumplir con características tales

como: económicos, eficientes, de bajo consumo de energía y que no produzcan sustancias de mayor toxicidad con respecto a los contaminantes iniciales.

Al respecto, la adsorción que se define como un proceso en el cual se concentra sobre la superficie de un material generalmente sólido conocido como “adsorbente”, una especie química denominada “adsorbato” (en este caso la especie química contaminante de interés) es una metodología que ha sido empleada con éxito en el tratamiento específico de sitios de agua contaminados, incluso con compuestos xenobióticos, debido principalmente a sus características particulares: facilidad de implementación, viabilidad económica, no requiere de un consumo excesivo de energía y desde luego su alta eficiencia. Estudios al respecto han demostrado, que la clave para el éxito de este proceso radica en la forma y la naturaleza del adsorbente. En este sentido, la nanotecnología que se define como el diseño, creación, síntesis y aplicación de sistemas, dispositivos y materiales en donde uno de sus componentes debe encontrarse en el intervalo de la nanoescala (1 - 100 nm) es una tecnología que puede dar respuesta a los requerimientos de los adsorbentes. Considerando que una de las aportaciones importantes de la nanociencia y la nanotecnología es la producción de materiales nanoestructurados de diferentes formas, tamaño y composición química, dicha aportación debe ser aprovechada para la generación y producción de nanomateriales, es decir, en este caso, los “nanoadsorbentes”, los cuales al implementarse en el proceso de adsorción llevaran a cabo la descontaminación de aguas residuales con una alta eficiencia. Debido a la gran variedad de estos nanoadsorbentes, se pueden clasificar principalmente en grupos basados en su capacidad de adsorción, así como la forma de su funcionalización externa. Dentro de los nanoadsorbentes más importantes para el caso de procesos de adsorción tenemos: nanopartículas metálicas (NPs de Au), nanopartículas de óxidos metálicos (NPs TiO_2 y ZnO), nanopartículas de óxidos mixtos nanoestructurados (NPs $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}_2$), nanopartículas magnéticas (NPs Fe_3O_4), nanomateriales a base de carbono (nanofibras de carbono, nanotubos de carbono CNT, grafeno, fullerenos), nanofibras de óxidos metálicos (NFs de TiO_2 , NFs Al_2O_3), nanomateriales de silicio (NMs Si, que incluyen nanotubos de silicio, NPs Si y nanosheets de Si), nanoarcillas, nanomateriales a base de polímeros y aerogeles y xerogeles. Dentro de las características más relevantes de estos nanoadsorbentes es su relación de área superficial con respecto al volumen, la cual se incrementa notablemente a medida que el tamaño del nanomaterial disminuye, siendo una razón clave para el cambio en las propiedades químicas y físicas de las partículas pequeñas, ya que a medida que su tamaño disminuye, la fracción de átomos en la "superficie" será mayor con respecto al material micro o macro. Esta característica implica que los átomos superficiales en los nanoadsorbentes tendrán una alta actividad química y por ende su capacidad de adsorción e interacción con moléculas del adsorbato (contaminante) será mayor. De esta forma, el uso de nanoadsorbentes hoy en día es una realidad y prácticamente cualquier tipo de contaminante puede ser removido empleando y seleccionando adecuadamente la gran variedad de nanoadsorbentes descritos líneas arriba. Sin lugar a dudas, en este siglo XXI y en base a las diversas características fisicoquímicas de estos nanoadsorbentes muchos de los problemas de remediación ambiental serán resueltos empleando la nanociencia y la nanotecnología.

Tags: nanoadsorbentes, contaminación ambiental, BTEX, compuestos semi-volátiles, compuestos poli-aromáticos, metales, compuestos xenobióticos, nanociencia, nanotecnología, materiales

Acerca del autor:

Lic. Ana Karen Córdova Estrada

La estudiante de Doctorado Ana Karen Córdova E. obtuvo su licenciatura en Nanotecnología e Ingeniería Molecular en la Universidad de las Américas Puebla, en mayo 2014. Ha participado en varios eventos académicos relacionados con la sustentabilidad y medio ambiente. Asimismo, ha participado en veranos de investigación, estancias de investigación y congresos tales como:

- Summer School at MINATEC INP, Grenoble, France. Collaboration with Politecnico di Torino and École Polytechnique de Lausanne, 2012.
- 7th Internship Program Introduction to research for students with high academic achievement, CIDETEQ, Queretaro, México. Summer 2013.
- IV Workshop of Physics on Nanostructures, CNYN-UNAM, Ensenada, B.C. August, 19-30, 2013.
- 2nd Internship Program, “Young of Excellence”, Centro de Investigación en Óptica, A.C., León, Guanajuato, México, July 2014.
- Hazardous waste management, SMIACC, February 26 and 4th March, 2016. Puebla, Pue-México.
- La Reta Summer Design Challenge, June 6 to July 15, 2016 at Brodmann52 in Puebla, México.
- Technology for water management in transboundary basins, the Rio Grande Basin and climate change, Technology Transfer Workshop; May 17 and 18, 2018. UDLAP Puebla
- First International Conference on Sustainable Water Treatment using Nanomaterials; June 12 to 14, 2018. CINVESTAV-Mexico
- 5th Seminar on the training of professional skills with a gender perspective; August 29 to September 1, 2018. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Dr. Felipe Córdova Lozano

Doctor en Química, con especialidad en Química Molecular y Estructural por la Université Joseph Fourier Grenoble, Francia. Maestro en Ciencias con especialidad en Ingeniería Química por la Universidad de las Américas Puebla y Licenciado en Química Industrial por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

El Dr. Córdova ha realizado estancias de investigación en instituciones como: Brigham Young University, en Utah y The University of Texas at San Antonio, donde trabajó con el Dr. Miguel José Yacamán. Perteneció al Sistema Nacional de Investigadores en el nivel 1. Ha publicado 14 artículos con arbitraje a nivel internacional, dirigido 17 tesis y participado en congresos nacionales e internacionales relacionados a su disciplina. En empresas como Janssen y Júmex ha aportado sus conocimientos en proyectos de control de calidad y análisis de materia prima, al igual que en la UDLAP se ha desempeñado como Jefe de Departamento Interno de Ciencias Químico Biológicas, Coordinador Académico de la licenciatura en Nanotecnología y ha participado en el Consejo Administrativo durante 2 períodos. Actualmente trabaja en la realización de proyectos que utilicen nanomateriales 1D en donde se incluyen nanofibras, nanotubos y nanoalambres para procesos de fotocatalisis. Asimismo, profesor de tiempo completo del Departamento de Ciencias Químico Biológicas en la Universidad de las Américas Puebla.