

Avance y Perspectiva

Revista de divulgación del CINVESTAV

Buenas arcillas, malas arcillas

Karina Galache · Sunday, May 24th, 2020

Categorías: [Ciencias Exactas](#), [Zona Abierta](#)

Las arcillas son minerales muy abundantes en la naturaleza; representan el 3 % de la corteza terrestre y se encuentran dispersas en prácticamente toda su superficie. Son materiales de gran importancia, dado que poseen utilidad en los más variados campos. Sus aplicaciones se remontan a más de 6 mil años en la preparación de utensilios domésticos, en la obtención de los vidrios o de las porcelanas. En la actualidad las arcillas se utilizan como materia prima en la elaboración de productos variados en el sector industrial y en gran escala, como los cementos, los vidrios y los cerámicos. Así, se encuentran presentes, aunque no nos demos cuenta, en las paredes de nuestras casas, en las ventanas y pisos. También forman parte de los plásticos, pinturas, cartones, juguetes y de una infinidad de otros materiales y objetos. Asimismo, son vitales para el crecimiento de las plantas y de los árboles, dado que son fertilizantes eficientes. Las arcillas se han incorporado a numerosos productos más específicos como aditivos en pinturas resistentes a incendios, en catalizadores automotrices para la reducción de emisiones de gases contaminantes o en la composición de catalizadores empleados en la industria de refinación del petróleo. Otras aplicaciones se han enfocado al área de la salud humana, en donde las arcillas sirven para la remoción de grasas de la piel (baños de lodo), como antiácidos estomacales o gomas cicatrizantes y rejuvenecedores. También forman parte de la composición de talcos, desodorantes, jabones, cremas y pastas dentales [Domínguez & Schifter, 1995].

Las arcillas son tan importantes que sin ellas no podríamos haber sobrevivido, o quizá ni habríamos existido, teniendo en cuenta que la creación del hombre se originó con el polvo de la tierra, que es arcilla, a través de los relatos de la Biblia, según la creencia cristiana. También, los credos egipcios, babilonios y mayas, por citar algunos, atribuyen la creación humana a partir de muñecos de arcilla que adquieren vida.

Así, desde hace miles de años, las arcillas han sido utilizadas en diversos campos y en las más variadas aplicaciones, pero siempre en su forma bruta, es decir, sin necesidad de modificaciones en su estructura o composición química. Referente a la estructura, están formadas por el apilamiento de láminas de silicatos y otros compuestos. Entre las láminas se encuentran especies químicas iónicas que actúan como pilares, resultando en una estructura similar a un edificio con muchos espacios vacíos, originando así materiales altamente porosos como esponjas en el ámbito del microscópico (Figura 1). Con esto, las arcillas tienen la capacidad de retener agua y otros compuestos en su interior. De hecho, tienen la flexibilidad de expandir su estructura en presencia de agua y retraerla en ausencia de ésta, caracterizando así una estructura elástica.



Figura 1. Representación estructural de una arcilla.

Para empleos más sofisticados, en la actualidad, las arcillas se fabrican a “medida del cliente”, es decir, con propiedades específicas, en donde se programan la composición química y la estructura deseadas. Las propiedades de adsorción y reactividad química son las más demandadas a las arcillas, pero la de intercambio iónico también es muy importante. Con esta propiedad se puede modificar ampliamente su estructura intercambiando las especies interlaminares originales por especies con actividad microbiana como algunos antibióticos (Figura 2). También, a partir de esta propiedad derivan los dos principales tipos de arcillas, las catiónicas y las aniónicas (comúnmente llamadas hidrotalcitas). Las primeras intercambian cationes y son ácidas, y las segundas intercambian aniones y son básicas. Las catiónicas son abundantes en la naturaleza, mientras que las aniónicas son escasas. Así, podremos considerarlas como hermanas, pero con carácter opuesto entre ellas. Las catiónicas son las que se han estudiado y utilizado frecuentemente hasta nuestros días. Las aniónicas apenas empiezan a conocerse. Finalmente, las catiónicas suelen tener buen carácter y representan todas las bondades descritas anteriormente, mientras que las aniónicas pueden ser tan malas que llegan a matar, no a los humanos, sino a los microorganismos.



Figura 2. Arcilla modificada con antibióticos.

Las arcillas buenas

Hasta ahora hemos mencionado la utilidad de las arcillas en varios campos de la ciencia en donde fungen como indispensables en ciertos dominios. En nuestro grupo de trabajo (Laboratorio de Materiales Bio-Activos de la BUAP) hemos desarrollado, durante varios años, la síntesis y modificación de arcillas catiónicas y aniónicas, empleando métodos novedosos de síntesis, por ejemplo, el de cristalización asistida por microondas o ultrasonido. Las aplicaciones han sido de las más variadas formas: como adsorbentes de elementos radiactivos [Fetter et al., 1999], catalizadores [Torralba-Sánchez et al., 2016], agentes de degradación de pesticidas [Sampieri et al., 2011], biofertilizantes [Fetter y Bosch, 2010], por citar algunos.

Las arcillas malas

Recientemente, en nuestro grupo de trabajo (y en colaboración con el Dr. Pedro Bosch del Instituto de Investigaciones en Materiales de la UNAM) hemos desarrollado arcillas con poder de matar patógenos: arcillas aniónicas modificadas con metales o compuestos naturales capaces de eliminar microorganismos dañinos. Cabe mencionar que nuestro grupo, y en algunos casos, en colaboración con grupos de investigación de la Universidad de Caxias do Sul (Brasil) y de la Universidad Nacional de la Plata (Argentina), fue uno de los pioneros en emplear estos materiales como agentes antimicrobianos. Elementos oligodinámicos como zinc y cobre, introducidos en las láminas de las arcillas aniónicas resultaron materiales altamente eficientes en la inhibición, reducción y eliminación de varios tipos de bacterias como *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Salmonella entérica* y *Staphylococcus aureus* [Rocha Oliveira et al., 2015]. Aceite de eucalipto impregnado con arcillas aniónicas de zinc resultaron materiales híbridos tan eficaces que pueden eliminar bacterias multirresistentes como la MRSA (*Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina) e inhibir las *Pseudomonas aeruginosa* [Lobo-Sánchez et al., 2018]. Además, hidrotalcitas de cobre y zinc presentaron alta actividad contra *Aspergillus niger*, hongo que provoca deterioro en predios y

monumentos históricos [Velázquez-Herrera et al., 2018]. Así, estas arcillas integradas, por ejemplo, en la composición de las pinturas, pueden evitar el grave problema de la contaminación microbiana en edificaciones. Hidrotalcitas bactericidas integradas al mineral hidroxiapatita resultaron compósitos hábiles para tratamientos óseos, como implantes o rellenos, previniendo así los tan frecuentes problemas de infecciones postoperatorias [Segura-Pérez et al., 2020]. Actualmente, nuestro grupo de investigación profundiza los estudios de las arcillas y sus modificaciones para ampliar el espectro de actividad biocida de estos materiales frente a varios microorganismos (Figura 3).



Figura 3. Actividad biocida de las arcillas contra microorganismos.

En conclusión, debido a la versatilidad que poseen las arcillas, ya sea del punto de vista de la composición química o estructural, pueden exhibir carácter bueno con aplicaciones inigualables en el campo tecnológico o presentar carácter malo con habilidad de matar patógenos.

Referencias

- Domínguez, J. M., Schifter, I. Las arcillas: el barro noble (1ª. ed.). Fondo de Cultura Económica, México D.F., 1995.
- Fetter, G., Olguín, M. T, Bosch, P, Lara, V. H., Bulbulian, S. ^{131}I Sorption from Aqueous Solutions by Nitrated Hydrotalcites. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 241 (1999) 595-599. <https://doi.org/10.1007/BF02347218>
- Fetter, G., Bosch, P. Microwave effect on clay pillaring, in: A. Gil, S.A. Korili, R. Trujillano, M.A. Vicente (Eds.), *Pillared Clays and Related Catalysts*. Springer-Verlag, New York, 2010; pp. 1–21.
- Lobo-Sánchez, M., Nájera-Meléndez, G., Luna, G., Segura-Pérez, V., Rivera, J. A., Fetter, G. ZnAl layered double hydroxides impregnated with eucalyptus oil as efficient hybrid materials against multi-resistant bacteria. *Applied Clay Science*, 153 (2018) 61–69. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2017.11.017>
- Rocha Oliveira, G., Dias do Amaral, L. J., Giovanela, M., da Silva Crespo, J., Fetter, G., Rivera, J. A., Sampieri, A., Bosch, P. Bactericidal performance of chlorophyllin-copper hydrotalcite compounds. *Water, Air, and Soil Pollution*, 226 (2015) 226–316. <https://doi.org/10.1007/s11270-015-2585-1>
- Sampieri, A., Fetter, G., Villafuerte-Castrejon, M. E., Tejeda-Cruz, A., Bosch, P. Twofold role of calcined hydrotalcites in the degradation of methyl parathion pesticide. *Beilstein Journal of Nanotechnology*, 2 (2011) 99-103. <https://doi.org/10.3762/bjnano.2.11>
- Segura-Pérez, V., Lobo-Sánchez, M., Velázquez-Herrera, F. D., Frías-Vázquez, D. A., Reyes-Cervantes, E., Fetter, G. Hydrotalcite/hydroxyapatite composites with high bacterial activity against clinical bacteria. A new alternative to prevent osteomyelitis diseases. *Microporous and Mesoporous Materials*, en prensa (2020).
- Torralba-Sánchez, R., López-Jurado, D., Rivera, J. A., Fetter, G., Hernández-Huesca, R., Pérez-Cruz, M. A., Bosch, P. High-performance materials based on lithium-containing hydrotalcite-bayerite composites for biogas upgrade. *Energy & Fuels*, 30 (9) (2016) 7474-7480. <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.6b00129>
- Velázquez-Herrera, F. D., Fetter, G., Rosato, V., Pereyra, A. M., Basaldella, E. I. Effect of structure, morphology and chemical composition of Zn-Al, Mg/Zn-Al and Cu/Zn-Al

hydrotalcites on their antifungal activity against *A. niger*. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 6 (2018) 3376–3383. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2018.04.069>

Franchescoli D.Velázquez Herrera y Geolar Fetter, Facultad de Ciencias Químicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

This entry was posted on Sunday, May 24th, 2020 at 5:20 pm and is filed under [Ciencias Exactas, Zona Abierta](#)

You can follow any responses to this entry through the [Comments \(RSS\)](#) feed. Both comments and pings are currently closed.