

Barcelona / Madrid, lunes 23 de octubre de 2023

## **Diseñan una proteína artificial capaz de filtrar y degradar plásticos**

- Un equipo liderado por investigadores del Instituto de Catálisis y Petroleoquímica (ICP-CSIC) ha añadido una nueva función a una proteína gracias a métodos computacionales
- La geometría resultante es bastante similar a la de la enzima PETasa de la bacteria 'Idionella sakaiensis', capaz de degradar los plásticos de tipo PET



Con el tiempo, el plástico PET o tereftalato de polietileno se va desgastando formando partículas cada vez más pequeñas, los llamados microplásticos. / iStock

Un equipo de científicos del Instituto de Catálisis y Petroleoquímica del CSIC ([ICP-CSIC](#)), junto con grupos del [Barcelona Supercomputing Center-Centro Nacional de Supercomputación](#) (BSC-CNS) y de la Universidad Complutense de Madrid (UCM), han desarrollado unas proteínas artificiales capaces de degradar microplásticos de tereftalato de polietileno o PET -uno de los plásticos más empleados, presente en

muchos envases y botellas- y reducirlos a sus componentes esenciales, lo que permitiría su descomposición o su reciclaje. Para ello han usado una proteína de defensa de la anémona de fresa (*Actinia fragacea*), a la que le han añadido la nueva función tras un diseño mediante métodos computacionales. [Los resultados aparecen publicados en la revista \*Nature Catalysis\*.](#)

Cada año se producen cerca de 400 millones de toneladas de plásticos en el mundo, una cifra que aumenta alrededor de un 4% anualmente. Las emisiones que resultan de su fabricación son uno de los elementos que contribuyen al cambio climático, y su presencia ubicua en los ecosistemas conlleva graves problemas ecológicos.

Con el tiempo, el PET o tereftalato de polietileno se va desgastando formando partículas cada vez más pequeñas —los llamados microplásticos—, lo que agrava los problemas medioambientales. El PET supone ya más del 10% de la producción global de plásticos y su reciclaje es escaso y poco eficiente.

“Lo que hacemos es algo así como añadirle nuevos complementos a una herramienta multiusos para dotarla de otras funcionalidades diferentes”, explica **Víctor Guallar**, profesor ICREA en el BSC-CNS y uno de los responsables del trabajo. Esos complementos consisten en apenas tres aminoácidos que funcionan como tijeras capaces de cortar pequeñas partículas de PET. En este caso se han añadido a una proteína de la anémona *Actinia fragacea*, que carece en principio de esta función y que en la naturaleza “funciona como un taladro celular, abriendo poros y actuando como mecanismo de defensa”, explica el investigador.

El aprendizaje automático y los súperordenadores usados en esta ingeniería de proteínas permiten “predecir dónde se van a unir las partículas y dónde debemos colocar los nuevos aminoácidos para que puedan ejercer su acción”, resume **Guallar**. La geometría resultante es bastante similar a la de la enzima PETasa de la bacteria *Idionella sakaiensis*, capaz de degradar este tipo de plástico y descubierta en 2016 en una planta de reciclaje de envases en Japón.

Los resultados indican que la nueva proteína es capaz de degradar micro y nanoplásticos de PET con “una eficacia entre 5 y 10 veces superior a la de las PETasas actualmente en el mercado y a temperatura ambiente”, explica **Guallar**.

Otras aproximaciones precisan actuar a temperaturas superiores a 70°C para hacer el plástico más moldeable, lo que conlleva altas emisiones de CO<sub>2</sub> y limita su aplicabilidad. Además, la estructura de la proteína en forma de poros se escogió porque permite el paso de agua por su interior y porque puede ser anclada a membranas similares a las que se usan en plantas de desalinización. Esto facilitaría su uso en forma de filtros, que “podrían ser usados en depuradoras para degradar esas partículas que no vemos, pero que son muy difíciles de eliminar y que ingerimos”, destaca **Manuel Ferrer**, investigador del CSIC en el ICP-CSIC y otro de los coordinadores del estudio.

## Un diseño que permite la depuración y el reciclado

Otra ventaja de la nueva proteína es que se diseñaron dos variantes, según los lugares de colocación de los nuevos aminoácidos. El resultado es que cada una de ellas da lugar

a diferentes productos. “Una variante descompone las partículas de PET de forma más exhaustiva, por lo que podría usarse para su degradación en plantas depuradoras. La otra da lugar a los componentes iniciales que se necesitan para el reciclaje. De esta forma podemos depurar o reciclar, según las necesidades”, explica **Laura Fernández López**, que realiza su tesis doctoral en el Instituto de Catálisis y Petroleoquímica del CSIC (ICP-CSIC).

El diseño actual ya podría tener aplicaciones, según los investigadores, pero la flexibilidad de la proteína —a la que comparan con una “herramienta multiusos”— permitiría añadir y probar nuevos elementos y combinaciones, explica la Dra. Sara García Linares, de la Universidad Complutense de Madrid. “Lo que buscamos es aunar el potencial de las proteínas que nos da la naturaleza y el aprendizaje automático con súperordenadores para producir nuevos diseños que nos permitan alcanzar un entorno saludable de cero plásticos”, resume **Ferrer**.

“Los métodos computacionales y la biotecnología nos pueden permitir encontrar soluciones a muchos de los problemas ecológicos que nos afectan”, concluye **Guallar**.

Ana Robles-Martín, Rafael Amigot-Sánchez, Laura Fernandez-Lopez, Jose L. Gonzalez-Alfonso, Sergi Roda, Víctor Alcolea-Rodriguez, Diego Heras-Márquez, David Almendral, Cristina Coscolín, Francisco J. Plou, Raquel Portela, Miguel A. Bañares, Álvaro Martínez-del-Pozo, Sara García-Linares, Manuel Ferrer & Víctor Guallar. **Sub-micro- and nano-sized polyethylene terephthalate deconstruction with engineered protein nanopores**. *Nature Catalysis*. DOI: [10.1038/s41929-023-01048-6](https://doi.org/10.1038/s41929-023-01048-6)

**BSC-CNS Comunicación / CSIC Comunicación**

[comunicacion@csic.es](mailto:comunicacion@csic.es)