

## ¿Conoces las Nanoburbujas?

**Autores:** Jorge Jiménez Cisneros. Estudiante de la Licenciatura en Nanotecnología e Ingeniería Molecular de la Universidad de las Américas Puebla y María José Monteagudo Candiani. Estudiante de Licenciatura en la Universidad Instituto Tecnológico de Estudios Superiores y Monterrey en el campus Estado de México

Las burbujas son cuerpos de gas rodeados de agua que usualmente flotan a la superficie y explotan. No obstante, se han descubierto burbujas de tamaño nanométrico dispersas en líquidos o pegadas a superficies, cuya longevidad es de semanas e incluso meses (Michialidi et al., 2019; Takamashi, 2014). Esto es sorprendente porque, por razones termodinámicas, burbujas de menor tamaño tienen una presión interna mucho mayor y deberían de disolverse para formar burbujas más grandes. No obstante, se cree que las nanoburbujas son estables porque presentan cargas superficiales que provocan una repulsión eléctrica, impidiendo que estas se junten. También, se ha visto que existe una capa en la interfaz gas-agua que ayuda a estabilizar a las nanoburbujas e impedir su difusión (Gurung, Dahl & Jansson, 2016; Michialidi et al., 2019).

Por otro lado, existen diferentes técnicas para la generación de nanoburbujas. Una es el intercambio de solvente, para la cual, es importante considerar que algunas sustancias no se disuelven bien en otras, por ejemplo, el gas es soluble en disolventes orgánicos, como el etanol, y por esto quedará disuelto en ellos, pero la solubilidad es menor en agua. Entonces, si en un recipiente se intercambia uno de estos solventes por agua no se logrará una solvencia total y se formarán nanoburbujas. Otra técnica es el uso de estímulos exógenos en un gas, los cuales pueden producirse mediante ultrasonido, y al adicionar un tensoactivo, es posible disminuir la tensión superficial de las nanoburbujas y volverlas más estables. También se cree que las nanoburbujas se forman cuando microburbujas colapsan en soluciones electrolíticas, provocando así un aumento en la presión y temperatura, reduciendo el tamaño de las burbujas (Tsuge, H. 2015).

Ahora bien, se ha demostrado que las nanoburbujas tienen diversas aplicaciones en diferentes campos. Un ejemplo es en la biotecnología pues se ha visto que, debido a sus cargas eléctricas negativas, son capaces de promover el crecimiento de las plantas, al atraer iones con carga positiva dentro de una solución de nutrientes. Además, estas nanoburbujas generan condiciones de hiperoxia (exceso de oxígeno) lo cual reduce la demanda de respiración, concentrando la energía en el crecimiento de plantas y animales (Ebina et al., 2014).

De igual forma, se usan en ingeniería de tejidos puesto que investigadores inocularon nervios de ratones en un medio de cultivo que contenía agua de nanoburbujas de oxígeno, descubriendo que estas son capaces de preservarlos, lo que en un futuro podría llegar a tener aplicaciones en el trasplante de órganos. En odontología se utilizan puesto que el agua de nanoburbujas es un compuesto homeostático que ha sido utilizado como tratamiento antiinflamatorio en dolencias periodontales, pudiendo disminuir el dolor de pacientes, y también se ha utilizado para reearar dientes que ya estaba cariados (Tsuge, H. 2015).

Otra de las características que poseen las nanoburbujas es un gran área superficial y una capacidad de adsorber especies, lo que permite utilizarlas en tratamiento de aguas para incrementar la eficiencia de reacciones químicas, al proveer de superficies en donde se lleven a cabo; procesos de flotación aprovechan estas cualidades pues los contaminantes pueden pegarse a la superficie de las nanoburbujas, reduciendo su densidad y así flotar a la superficie para ser separados. Por otro lado, cuando con un estímulo se hacen estallar a las nanoburbujas, se generan especies oxidantes que pueden degradar contaminantes, eliminar bacterias o limpiar telas, evidenciando sus aplicaciones en desinfección de aguas (Agarwal, Ng, & Liu, 2011; Gurung et al., 2016; Michialidi et al., 2019). Adicionalmente, se ha visto en la limpieza de superficies que las nanoburbujas pueden servir como una barrera que impida la adsorción de especies, así como facilitar la eliminación sustancias previamente presentes pues al introducir nanoburbujas en una superficie sucia, las moléculas se desorben para pegarse a las nanoburbujas (Wu et al., 2008).

A manera de conclusión, aunque todavía falta realizar mucha investigación acerca de las nanoburbujas para poder controlar los procesos de síntesis y obtener resultados reproducibles, estas tienen muchas aplicaciones en diversos campos, pues tienen propiedades interesantes que las hacen muy atractivas. También son muy estables por lo que se prefieren en comparación con otros compuestos que deben de ser preparados al momento para lograr resultados satisfactorios.

## Referencias:

- [1] Agarwal, A., Ng, W. J., Liu, Y. (2011). Principle and applications of microbubble and nanobubble technology for water treatment. *Chemosphere*, 84, 1175-1180.
- [2] Cañumir Veas, J. A., Vásquez Benavides, M. A. (2020). Tecnología de burbujas finas y ultrafinas: actuales y potenciales aplicaciones en el área agroindustrial.
- [3] Ebina, K., Shi, K., Hirao, M., Hashimoto, J., Kawato, Y., Kaneshiro, S., Morimoto, T., Koizumi, K. & Yoshikawa, H. (2014). Oxygen and Air Nanobubble Water Solution Promote the Growth of Plants, Fishes, and Mice. *PLoS ONE*, 8(6). DOI: 10.1371/journal.pone.0065339
- [4] Gurung, A., Dahl, O. & Jansson, K. (2016). The fundamental phenomena of nanobubbles and their behavior in wastewater treatment technologies. *Geosystem Engineering*. <http://dx.doi.org/10.1080/12269328.2016.1153987>
- [5] Michailidi, E. D., Bomis, G., Varoutoglou, A., Efthimiadou, E. K., Mitropolous, A. C. & Favvas, E. P. (2019). Fundamentals and applications of nanobubbles. DOI: 10.1016/B978-0-12-814178-6.00004-2
- [6] Takahashi, M. (2014). Nanobubbles: An introduction. DOI: 10.1201/b17278-15
- [7] Tsuge, H. (2015). Micro and Nanobubbles: Fundamentals and applications. Florida, Estados Unidos. Pan Stanford Publishing.

[8] Wu, Z., Chen, H., Dong, Y., Mao, H., Sun, J., Chen, S., Craig, V. S. J. & Hu, J. (2008). Cleaning using nanobubbles: Defouling by electrochemical generation of bubbles. *Journal of Colloid and Interface Science*, 328, 10-14.

## Acerca de los autores:

**Jorge Jiménez Cisneros.** Estudiante de la Licenciatura en Nanotecnología e Ingeniería Molecular de la Universidad de las Américas Puebla (UDLAP). Cuenta con una publicación en The Handbook of Environmental Chemistry, bajo el título de: Nanotechnologies for Removal of Nonsteroidal Anti-inflammatory Drugs from Wastewater. Además, ha colaborado en el Laboratorio de Investigación de Electrocatálisis de la UDLAP. Actualmente, participa en la Columna Científica de la Mesa Directiva de Nanotecnología e Ingeniería Molecular de la UDLAP. [jorge.jimenezcs@udlap.mx](mailto:jorge.jimenezcs@udlap.mx)

**María José Montegudo Candiani.** Estudiante de Licenciatura en la Universidad Instituto Tecnológico de Estudios Superiores y Monterrey en el campus Estado de México. Participante y miembro del equipo IGEM 2020 en su campus en el cual se está realizando un biosensor de microplásticos, IGEM es un concurso a nivel internacional de biología sintética. Participante de diversos cursos como impresión 3D de organoides, nanoelectrónica, biomateriales, microscopio electrónico de barrido, SPIONS, terapia celular e ingeniería genética por parte del Instituto AMCEP y del INA . Actualmente está laborando en una investigación sobre terapia génica y fabricación de vacunas editables utilizando cloroplastos, está colaborando en la Columna Científica organizada por la mesa de Nanotecnología e Ingeniería molecular de la UDLAP y es miembro del grupo estudiantil BIOTEC dentro de los roles de publicidad e investigación. Participó en el congreso INASCON 2020 donde se expusieron avances en nanotecnología. [A01378106@itesm.mx](mailto:A01378106@itesm.mx)

**Tags:** nanoburbujas, repulsión electrostática, crecimiento de plantas, tratamiento de aguas.

Categorías en las que se pueden incluir: Innovación y tecnología; Ciencia y salud.