

EL OCÉANO RESPIRA SIN LUZ

Ana Paula Rosero-Jácome

Hemos crecido con la idea de que el oxígeno que respiramos en la tierra se lo debemos, principalmente, a las plantas y organismos marinos mediante la fotosíntesis, un proceso que requiere de luz solar. Sin embargo, un reciente estudio muestra que el fondo del océano podría guardar un secreto más en sus profundidades.

Todo comenzó como una medición convencional del consumo de oxígeno en el fondo marino, siguiendo los protocolos habituales de los estudios sobre ciclos biogeoquímicos (Li et al., 2025; Siddiqui et al., 2025). Sin embargo, durante los experimentos, los investigadores detectaron un resultado inesperado: en lugar de disminuir, la concentración de oxígeno aumentaba de forma notable. ¿Se trataba de burbujas de aire atrapadas en las cámaras de medición? ¿O quizás de un error humano?

Esta incertidumbre dio paso a una investigación en el fondo abisal marino del Pacífico, ubicado entre México y Hawái. Aquí, a 5 km de profundidad, donde la luz solar no puede penetrar, el oxígeno parece ser producido por “nódulos” metálicos naturales, que se forman cuando los metales disueltos en el agua de mar se acumulan en fragmentos de concha u otros desechos en un proceso que dura millones de años (Gill, 2024). Estos nódulos contienen principalmente metales como manganeso (Mn), hierro (Fe), níquel (Ni), cobre (Cu) y cobalto (Co). Los investigadores creen que este fenómeno está inducido por diferencias de potencial entre capas metálicas de Ni y Cu de los nódulos, presentando potenciales eléctricos de hasta 0,95 V en la superficie de estos; esto representa la energía suficiente como para que se produzca la electrólisis del agua, que da como resultado la formación del denominado “oxígeno negro” (Sweetman et al., 2024).

Es una “geo-batería” que podría activarse cuando las cámaras de medición de consumo de oxígeno remueven sedimento superficial, exponiendo sitios catalíticos (Sweetman et al., 2024). Por esta razón la investigación propone cruceros de seguimiento, que esta vez monitorean el fondo marino en busca de hidrógeno, el otro subproducto de la división del agua.

En medio de este gran descubrimiento, se ha generado una polémica discusión respecto a la explotación de este nuevo recurso, llamado “nódulos marinos”, pues su contenido de metales es atractivo para varias compañías mineras. Sin embargo, científicos marinos temen que la explotación pueda alterar el proceso recién descubierto y dañar cualquier vida marina que dependa del oxígeno que se produce (Gill, 2024).

Si bien aún no se ha determinado si este proceso es continuo ni cómo varía espacialmente en función de la densidad y tipología de los nódulos, el hallazgo constituye un avance

significativo en el conocimiento de los sistemas abisales. Especialmente si se considera que solo hemos explorado alrededor del 5 % del océano. Este descubrimiento podría ayudarnos a comprender mejor los complejos mecanismos e interacciones del fondo marino y nos brinda nuevas razones para defender los derechos de la naturaleza y frenar la expansión de la minería en un ecosistema tan frágil y aún lleno de misterios por resolver.

BIBLIOGRAFÍA

- Gill, V. (2024, Julio 22). *El descubrimiento de oxígeno desafía el conocimiento de las profundidades oceánicas.* BBC News. <https://www.bbc.com/news/articles/c728ven2v9eo>
- Li, Z. H., Lenton, T. M., Zhang, F. F., Chen, Z. Q., & Daines, S. J. (2025). Earth system instability amplified biogeochemical oscillations following the end-Permian mass extinction. *Nature Communications*, 16(1), 3703. <https://doi.org/10.1038/s41467-025-59038-0>
- Siddiqui, M. Exploring the Role of Dark Oxygen Production in Deep-Sea Biogeochemical Cycles: Implications for Ecosystem Dynamics and Deep-Sea Mining. Available at SSRN 5266945. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.5266945>
- Sweetman, A. K., Smith, A. J., de Jonge, D. S. W., Hahn, T., Schroedl, P., Silverstein, M., Andrade, C., Edwards, R. L., Lough, A. J. M., Woulds, C., Homoky, W. B., Koschinsky, A., Fuchs, S., Kuhn, T., Geiger, F., & Marlow, J. J. (2024). Evidence of dark oxygen production at the abyssal seafloor. *Nature Geoscience*, 17(8), 737–739. <https://doi.org/10.1038/s41561-024-01480-8>

APLICACIONES DE NANOPARTÍCULAS DE ORO

Felipe Rosas Ch.

El oro es un material metálico de color amarillo, cuenta con propiedades físicas como alta maleabilidad y ductilidad. Cuenta con destacable conductividad térmica y eléctrica, además de ser altamente resistente a la corrosión y oxidación. En referencia a las propiedades químicas, este metal es inerte, sin embargo, a escala nanométrica las partículas de oro son activas en procesos catalíticos. Es así como las aplicaciones del oro se han diversificado en los últimos años dejando de lado su vertiente de metal precioso para un enfoque en aplicaciones industriales y en el campo de la medicina.

En el campo de la medicina, las aplicaciones de estas nanopartículas son variadas, una de ellas es la terapia génica, las propiedades de biocompatibilidad y baja toxicidad, junto a la facilidad de funcionalización con varias moléculas, incluyendo ADN, ARN y polímeros que mejoran la estabilidad y capacidad de focalización en los objetivos (Abrica-González et al., 2019). Los mecanismos de entrega génica se enfocan en vectores no virales: esta capacidad de las nanopartículas de oro de volverse vectores no virales junto con polímeros como quitosano o polietilenglicol ayudan a mejorar la eficiencia de transfección y reducir la citotoxicidad. Existe también la aplicación de edición y silenciamiento génico, las nanopartículas de oro junto a tecnologías de edición génica como CRISPR para el tratamiento de trastornos genéticos, la capacidad de administrar componentes de edición génica de forma eficiente las vuelve importantes en este contexto. Las mismas nanopartículas pueden ser combinadas con polietilenimina y presentan alta eficiencia de transfección y activación de respuesta inmune, volviéndose una opción para la formulación de entrega de vacunas (Kartouzian et al., 2025).

Las nanopartículas de oro se destacan por ser portadores efectivos de medicamentos, lo que beneficia la entrada de los agentes quimioterapéuticos hacia las células tumorales; así mismo, son responsables de una mejor solubilidad y estabilidad del medicamento hasta el momento de la liberación de este en el objetivo deseado. Estas nanopartículas también se emplean en la terapia fototermal, debido a que por sus propiedades absorben la luz, la convierten en calor y eliminan las células cancerosas por hipertermia. Este tratamiento se combina con inmunoterapia y quimioterapia (Gupta & Malviya, 2021). En la radioterapia, las nanopartículas de oro se usan como sensibilizadores que permiten el aumento de radiación absorbida por las células tumorales, aumentando la efectividad de la terapia. Además, pueden servir como agentes de contraste en modalidades de imagen para la localización precisa del tumor (Dorsey et al., 2013).

En el ámbito industrial, estas nanopartículas también son relevantes, como se mencionó previamente. Sus propiedades en procesos catalíticos las vuelven ideales en reacciones químicas y producción de celdas de combustible. A su vez, existen aplicaciones en la fabricación de sensores químicos y biológicos con estas nanopartículas por su alta selectividad y sensibilidad; son capaces de detectar metales tóxicos como Hg^{2+} y Pb^{2+} y diversas biomoléculas (Rosyidah et al., 2024). La remediación ambiental es otra área en la cual se está explorando las aplicaciones de las nanopartículas de oro, porque se ha demostrado que son capaces de degradar contaminantes orgánicos persistentes y tintes textiles. Esto añadido a la detección y absorción de metales pesados llegando a límites de detección de 0,005 ppb. Dentro del monitoreo ambiental, las nanopartículas son capaces detectar residuos de pesticidas con una sensibilidad muy alta, llegando a límites de detección de 0,1 ppm de varios pesticidas. Este método requiere una modificación con átomos de tungsteno y mejora la seguridad alimentaria y la protección ambiental (Zhang et al., 2024).

En conclusión, las propiedades de las nanopartículas de oro lo vuelven un material que puede ser usado ampliamente en diversos campos y que, gracias a su versatilidad y combinación con otros materiales, presentan una infinidad de aplicaciones que se siguen descubriendo hoy en día.

BIBLIOGRAFÍA

Abrica-González, P., Zamora-Justo, J. A., Sotelo-López, A., Vázquez-Martínez, G. R., Balderas-López, J. A., Muñoz-Diosdado, A., & Ibáñez-Hernández, M. (2019). Gold nanoparticles with chitosan, N-acylated chitosan, and chitosan oligosaccharide as DNA carriers. *Nanoscale Research Letters*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s11671-019-3083-y>

Dorsey, J. F., Sun, L., Joh, D. Y., Witztum, A., Zaki, A. A., Kao, G. D., Alonso-Basanta, M., Avery, S., Tsourkas, A., & Hahn, S. M. (2013). Gold nanoparticles in radiation research: Potential applications for imaging and radiosensitization. *Translational Cancer Research*, 2(4), 280–291. <https://doi.org/10.3978/j.issn.2218-676X.2013.08.09>

Gupta, N., & Malviya, R. (2021). Understanding and advancement in gold nanoparticle targeted photothermal therapy of cancer. *Biochimica et Biophysica Acta - Reviews on Cancer*, 1875(2). <https://doi.org/10.1016/j.bbcan.2021.188532>

Kartouzian, A., Heiz, A., Shamel, K., & Moeini, H. (2025). Polyethylenimine-Conjugated Au-NPs as an Efficient Vehicle for in vitro and in vivo DNA Vaccine

Delivery. *International Journal of Nanomedicine*, 20, 4021–4034. <https://doi.org/10.2147/IJN.S493211>

Rosyidah, A., Kerdoob, S., Gustini, N., Pratiwi, R. D., El-Muttaqien, S., Syahputra, G., Yudhistyra, W. I., & Munfadlila, A. W. (2024). A systematic review on Streptomyces mediated green synthesis gold nanoparticles and their application in nanomedicine. *AIP Conference Proceedings*, 3001(1). <https://doi.org/10.1063/5.0183883>

Zhang, Q., Chen, B., Ma, Q., Fang, Z., Li, S., He, X., Wang, Y., Qi, X., Chen, Q., Cai, T., Zhang, L., Zou, M., Wang, C., & Ma, Q. (2024). Single-atom oxide-decorated AuNPs for universal enhancement in SERS detection of pesticide residues. *Analytica Chimica Acta*, 1329. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2024.343192>