



# ADN medioambiental

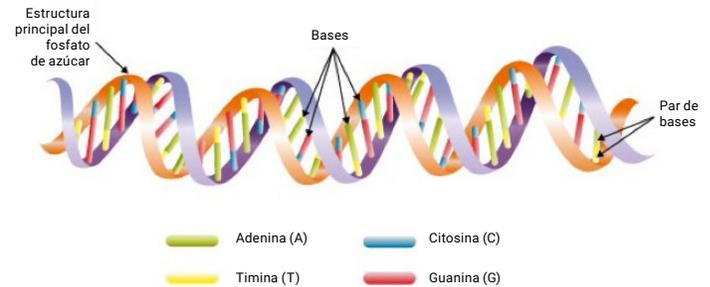
## A medida que los organismos interactúan con su entorno, desprenden ADN.

El ADN medioambiental (eDNA) son fragmentos de material genético que los organismos dejan en el agua, el suelo e incluso en el aire. Las fuentes de ADN medioambiental (eDNA) incluyen materia secretada como orina, heces y mucosidad, así como materiales desprendidos como piel, escamas y cabello. En entornos acuáticos, estos fragmentos de ADN pueden recolectarse en muestras de agua; sin embargo, el ADN medioambiental (eDNA) solo permanece en el agua entre 7 a 21 días. La exposición a la radiación ultravioleta (sol), la acidez, el calor y la actividad microbiana pueden descomponer el ADN medioambiental (eDNA).

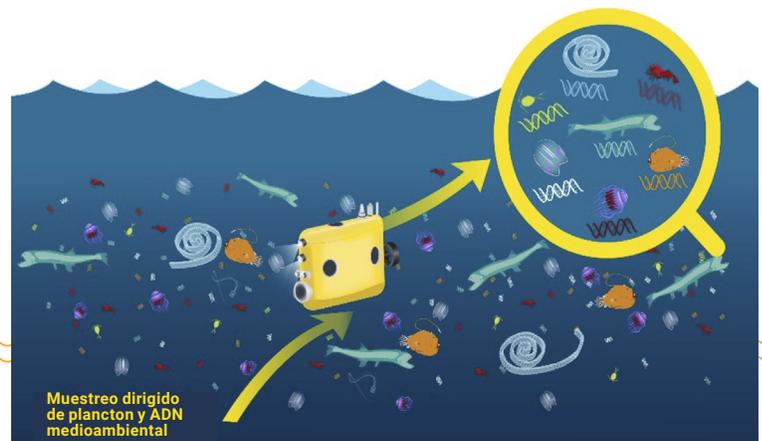
El ADN medioambiental excretado o desprendido ofrece una oportunidad única y no invasiva para descubrir qué organismos han estado en un área utilizando solo muestras ambientales (no es necesario tomar muestras directamente de los especímenes). Piense en una huella dactilar que queda después de que una persona ha salido de un área; el ADN medioambiental es una firma genética de rastros que deja un organismo.

## Recolección de ADN medioambiental

El ADN medioambiental se puede recolectar del océano de diversas maneras. Las herramientas y métodos de muestreo que se utilizan dependen de la pregunta de investigación que se quiera responder.



El **ácido desoxirribonucleico (ADN)** es el código genético único de un organismo. El ADN está compuesto por dos hebras enlazadas, cada una de las cuales tiene cuatro bases: adenina, guanina, citosina y timina, conocidas por su primera letra para abreviar (A, G, C o T). Todos los organismos tienen una secuencia de ADN única (longitud y patrón) de estas bases. Las similitudes en el ADN pueden ayudar a los científicos a entender cómo los organismos están relacionados entre sí: si son descendientes, parte de la misma especie o miembros



Una imagen conceptual del muestreo de ADN medioambiental en el AUV Mesobot. Ilustración por cortesía de Govindarajan y Renier, © Woods Hole Oceanographic Institution.

Roseta CTD	ROVs	AUVs	Muestreadores autónomos
<p>Una <b>roseta de conductividad, temperatura y profundidad (CTD)</b> lleva 8 a 24 cilindros de recolección llamados botellas Niskin. Estas botellas están abiertas cuando se despliega la roseta y se activan para cerrarse a ciertas profundidades. Al analizar y comparar las muestras de ADN medioambiental recolectadas en diferentes ubicaciones y profundidades, los científicos pueden investigar cómo el ADN medioambiental se desplaza a través del océano. <i>Imagen por cortesía de Erin Frates, © Woods Hole Oceanographic Institution.</i></p>	<p>Las <b>botellas Niskin</b> pueden integrarse en <b>vehículos de operación remota (ROV)</b> para recolectar muestras y determinar qué organismos han estado presentes en lugares de interés (por ejemplo, filtraciones y respiraderos). <i>Imagen del ROV Hercules con botellas Niskin montadas en el lateral por cortesía de Ocean Exploration Trust.</i></p>	<p>Algunos <b>vehículos submarinos autónomos (AUV)</b> que se utilizan durante varias semanas o meses, recorriendo largas distancias, pueden estar equipados con muestreadores que capturan, filtran y preservan una gran cantidad de muestras de ADN medioambiental in situ (en el lugar, a esa profundidad y en ese momento). Diferentes de las botellas de Niskin, que "succionan" agua, estos muestreadores "dan sorbos" con el tiempo a medida que el vehículo se desplaza por el agua. El ADN medioambiental recolectado permite a los científicos comprender mejor el amplio rango geográfica de organismos. <i>Imagen del AUV REMUS 600 por cortesía de B. Eakins, CU Boulder y NOAA NCEI. Imagen del AUV Sentry por cortesía del Schmidt Ocean Institute.</i></p>	<p>De manera similar a los AUV, los <b>muestreadores autónomos</b>, que pueden permanecer en el fondo del océano por largos periodos de tiempo, recolectan, filtran y conservan las muestras in situ. Se pueden desplegar múltiples muestreadores autónomos en una misma área para recolectar muchas muestras al mismo tiempo. De esta manera, los científicos pueden observar cómo las comunidades biológicas pueden cambiar a lo largo del tiempo. <i>Imagen del muestreador subsuperficial de ADN medioambiental por cortesía de NOAA AOML</i></p>



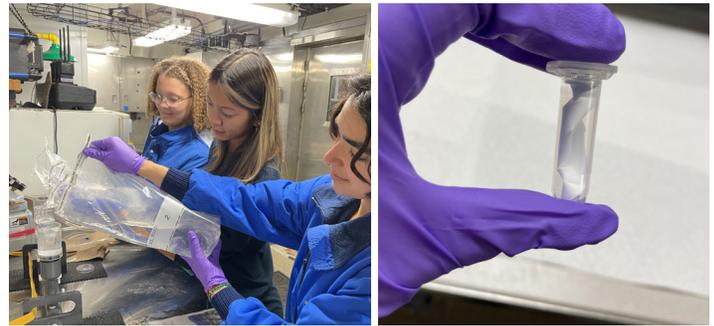
## Análisis del ADN medioambiental

Una vez que se recupera una muestra de agua, pasa a través de un filtro muy fino y se limpia/purifica. Los filtros con el ADN medioambiental capturado se congelan o conservan en una solución, y se almacenan para su análisis después de la expedición. Cada muestra está etiquetada con identificadores clave como latitud de ubicación, longitud y profundidad, salinidad y temperatura.

Una vez que se recupera una muestra de agua, pasa a través de un filtro muy fino y se limpia/purifica. Los filtros con el ADN medioambiental capturado se congelan o conservan en una solución, y se almacenan para su análisis después de la expedición. Cada muestra está etiquetada con identificadores clave como latitud de ubicación, longitud y profundidad, salinidad y temperatura.

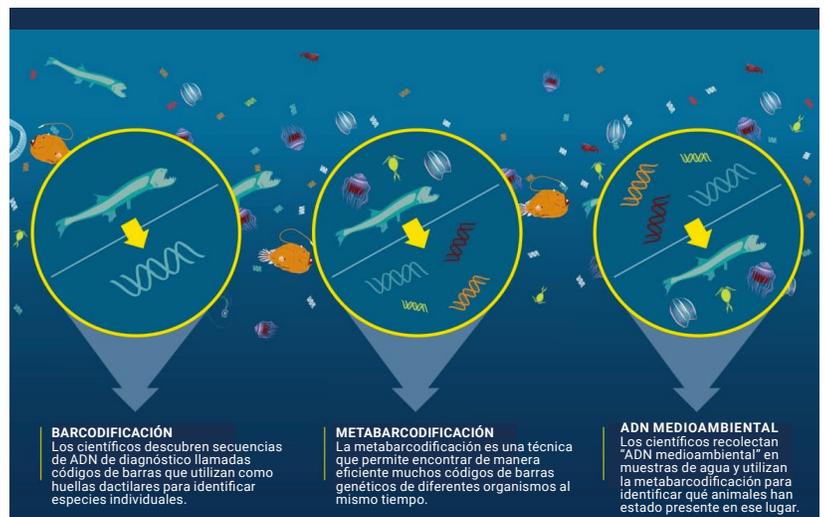
Una vez conservadas, las muestras de ADN medioambiental generalmente se envían a un laboratorio para su extracción (eliminación del ADN medioambiental del filtro) y secuenciación genética. La **secuenciación del ADN** es un proceso utilizado para determinar el orden en que aparecen las cuatro bases en una cadena de ADN. La secuencia le indica a los científicos el tipo de información genética que está presente en un segmento de ADN.

Los marcadores genéticos, o "**códigos de barras**", son segmentos cortos de ADN que tienen secuencias únicas para casi todos los organismos, lo que permite a los científicos identificar una familia, género o especie. Un método más avanzado, llamado "**metabarcodificación**", permite a los investigadores identificar muchos organismos en una sola muestra de ADN medioambiental, con millones de códigos de barras secuenciados al mismo tiempo. Estos códigos de barras se comparan con otros en una base de datos de referencia que contienen todas las secuencias de ADN conocidas, lo que permite identificar un organismo hasta su familia, género o incluso especie. Los científicos también pueden examinar muestras antiguas en estas bibliotecas de referencia genética para determinar los cambios en las comunidades de un ecosistema a lo largo del tiempo.



Exploradores en formación filtran muestras de agua para la recolección de ADN medioambiental durante la expedición Seascap Alaska 2. Imagen por cortesía de NOAA Ocean Exploration.

Una vez que toda el agua ha pasado por el sistema de filtración, los filtros se conservan para la extracción y análisis de ADN después de una expedición. Imagen por cortesía de NOAA Fisheries.



Una variedad de técnicas genéticas potencia la capacidad de los oceanógrafos para identificar qué organismos viven en la vasta zona de penumbra del océano y descubrir especies previamente desconocidas. Ilustración por cortesía de Govindarajan, Renier y Taylor, © WHOI Creative.

### ¿Qué nos puede decir el ADN medioambiental?

- Si el ADN medioambiental es de un organismo vivo o muerto.
- Si el ADN medioambiental es de una especie residente o de una especie que acababa de pasar ("migratoria").
- La cantidad exacta de especies o individuos en un área.
- El tamaño, la edad y la etapa de la vida útil de una especie detectada.
- La ausencia de una especie que había pasado por el área.

### ¿Qué no puede decirnos el ADN medioambiental?

- Que especies especies están presentes en una ubicación. Esto se puede usar para evaluar la biodiversidad y monitorear los cambios a lo largo del tiempo.
- Estimaciones de cuántos individuos de una especie están presentes en una ubicación.
- Los movimientos y las asociaciones de hábitat de especies en peligro de extinción/exóticas, especies migratorias y especies crípticas/elusivas.
- Calidad del agua: detección y seguimiento de especies invasoras, proliferaciones de algas nocivas, patógenos y parásitos.
- Vínculos entre el ADN medioambiental y otras propiedades del océano, lo que proporciona una comprensión más profunda de la distribución de especies.

ADN (diagrama): [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:DNA\\_double\\_helix\\_%2813081113544%29.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:DNA_double_helix_%2813081113544%29.jpg)  
 ADN medioambiental (diagrama): <https://www2.whoi.edu/site/govindarajanlab/projects/>  
 Roseta CTD (imagen): <https://tos.org/oceanography/assets/images/content/ocean-observing-2023-govindarajan-f3.jpg>  
 ROV (imagen): <https://nautiluslive.org/album/2021/02/08/exploring-worlds-ocean-rov-hercules#&qid=1&pid=8>  
 AUV (hoja informativa): <https://oceanexplorer.noaa.gov/edu/materials/auv-fact-sheet.pdf>  
 Muestreadores autónomos (página web): <https://www.aoml.noaa.gov/new-edna-sampling-upgrade/>  
 Exploradores en formación (imagen): <https://oceanexplorer.noaa.gov/oceanos/explorations/seascap-alaska/ex2303/media/interns-edna-hires.jpg>  
 Filtros (imagen): [https://www.fisheries.noaa.gov/s3/styles/media\\_500\\_x\\_750/s3/2022-06/304x-4032-Done-with-filtration-2022-nefsc.png](https://www.fisheries.noaa.gov/s3/styles/media_500_x_750/s3/2022-06/304x-4032-Done-with-filtration-2022-nefsc.png)  
 Sospechosos inusuales (página web): <https://www.whoi.edu/oceanus/feature/round-up-the-unusual-suspects/>