

Las cianobacterias como estrellas: hoy brillan, con un origen milenario



Elena Fukasawa Galvanese

Estudiante de doctorado en Ecología y Conservación de la Universidad Federal de Paraná, UFPR, Brasil.

Otros autores: André Andrian Padial, Luis Aubriot

Es difícil de creer, pero las tan impopulares "algas azules", o cianobacterias, se remontan al origen de la vida en el planeta Tierra (1). Constituyen el grupo de las primeras células capaces de utilizar la luz solar para producir materia y energía, es decir, realizar la **fotosíntesis**. Fueron así responsables de aumentar la cantidad de oxígeno en la atmósfera y transformar drásticamente el planeta. Sin estos organismos que surgieron hace aproximadamente tres mil millones de años, no existiría la vida tal como la conocemos. Si pensamos que estos organismos son parte de la historia del origen de la vida en la Tierra, no es de extrañar que se puedan encontrar a lo largo de casi toda la corteza del planeta, en formas de organización que varían desde células solitarias hasta colonias (2). Es un grupo tan grande que los estudios

genéticos incluso incluyen especies que no realizan fotosíntesis en el grupo de las cianobacterias (3).



El mural 'Agua, origen de la vida' del artista mexicano Diego Rivera describe la evolución de la vida desde organismos acuáticos. Plasma el cómo la vida humana está ligada al agua, ya sea a través del proceso evolutivo o por nuestras relaciones actuales con millones de organismos que ni podemos ver / Imagen: Joaquín Martínez.

La sorpresa no es que sean tan antiguas o que sean bacterias y no algas, sino que hayan tenido tanto éxito durante miles de millones de años. La

mayoría de las veces, cuando pensamos en organismos exitosos en la historia de la evolución, pensamos en plantas o animales con comportamientos o estructuras complejas, como las glándulas de sal que permiten que los manglares sobrevivan en condiciones tóxicas de alta salinidad; o el nido de un hornero (João de Barro), debido a la complejidad de su arquitectura.



https://www.youtube.com/watch?v=dO2xx-aeZ4w&ab_channel=TED-Ed (con subtítulos). Las cianobacterias cambiaron el mundo. Estos organismos microscópicos han ocasionado extinciones en masa, pero también permitieron la aparición de forma de vida más complejas, como plantas y animales.

En realidad, el significado real de “tener éxito” en el sentido ecológico no se refiere al tipo de modificación o estructura que presenta una especie, sino a la capacidad de persistir en el tiempo y resistir las variaciones ambientales sin extinguirse. Y en ese

sentido, las cianobacterias se encuentran entre las especies más exitosas.

Aunque se han estudiado durante mucho tiempo – los primeros estudios datan de hace más de 200 años – todavía no entendemos por completo qué hace que las cianobacterias acuáticas crezcan de manera explosiva. Estas explosiones poblacionales tienen un efecto importante en el medio ambiente y de ahí, su mala reputación. A modo de comparación, imagine el impacto humano en temporada alta en pequeños balnearios. La cantidad de personas que llegan a las playas a la vez genera numerosos impactos y cambia la dinámica del lugar, incluso después del final de la temporada. En el caso de las cianobacterias, el crecimiento rápido y desenfrenado, que acumula muchos individuos, se denomina floración o “*bloom*” en inglés.



Mirar cianobacterias es como mirar estrellas; es

como pensar en el pasado y el futuro al mismo tiempo / Imagen: Rodrigo Alejandro Vallejo.

Estas acumulaciones o floraciones, pueden tener escalas tan grandes como para ser detectadas por los satélites desde fuera de la Tierra. A veces, por razones que no se conocen del todo, las cianobacterias producen sustancias tóxicas (**cianotoxinas**) para los humanos y otros organismos. Por ello, actuar para controlar estas floraciones es fundamental, ya que el resultado puede ser una contaminación generalizada en el ecosistema acuático, perjudicando su uso para el abastecimiento, la pesca, entre otros. Además, la gran producción de materia orgánica (al fin y al cabo, son células que han crecido y acumulado), puede tener efectos sobre los ciclos de nutrientes y otros organismos en el mismo ambiente, como la reducción de oxígeno por causa de la descomposición.

A pesar de que no sabemos exactamente qué causa las floraciones y la producción de cianotoxinas, sí sabemos que algunos factores pueden ser clave para desencadenar un *bloom*. Pero ¿cuáles son esos factores y cómo interactúan? ¿Qué comen las cianobacterias y cómo viven?



Floración en la costa de Montevideo, Uruguay en febrero de 2016 / Imagen: Elena F. Galvanese.

Como las plantas, las cianobacterias básicamente usan nutrientes y luz para crecer. Además, la temperatura también es un factor importante y en general, las altas temperaturas tienen efectos positivos sobre el crecimiento de estos organismos porque aceleran el metabolismo. Y debido a que conocemos los posibles efectos positivos de los nutrientes, la luz y la temperatura sobre las cianobacterias, a menudo podemos considerar las floraciones como "indicadores" del impacto de nuestras actividades en el medio ambiente, las cuales resultan en el aumento de nutrientes debido al uso de fertilizantes en la agricultura y en el aumento de la temperatura resultante del cambio climático.

Pero no es en la abundancia de recursos que estos organismos se hacen notar. A menudo, las cianobacterias se encuentran en partes de la columna de agua donde hay una ingesta limitada de nutrientes, y donde las concentraciones de nutrientes en el agua pueden alcanzar niveles indetectables por nuestros dispositivos (4).



Floración captada por el satélite Landsat 8, ocurrida en el Lago Erie (América del Norte) en septiembre de 2017. Crédito: USGS EROS - landsat.gsfc.nasa.gov

Estos organismos entonces se ajustan y recurren a diferentes estrategias para hacer frente a esta escasez de recursos. Así como nosotros podemos almacenar agua de lluvia, o incluso desalinizar agua de mar cuando casi no hay agua dulce disponible, las cianobacterias también tienen sus estrategias para almacenar nutrientes y utilizar fuentes distintas de las

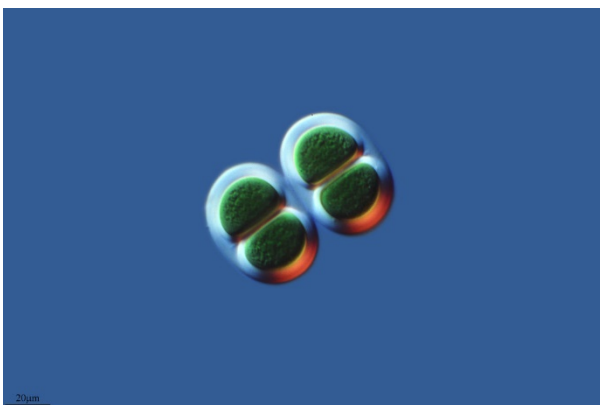
directamente disponibles en el agua (como el nitrógeno atmosférico y el fósforo orgánico).

En este manejo eficiente de los recursos y nutrientes por parte de las cianobacterias (5), aún existe otra característica llamativa y comparable a nuestro comportamiento como humanos: el cambio cultural y la capacidad de anticipar que, si no ahorramos agua, nos quedaremos sin ella. Los humanos tenemos la capacidad de crear mecanismos más eficientes para el uso del agua y reevaluar las prioridades de consumo, ya que con el tiempo aprendemos que en muchos de nuestros hábitos la desperdiciamos. Evidentemente, las cianobacterias no tienen esta misma capacidad de razonamiento, pero han evolucionado de tal forma que pueden alterar su consumo y hacerlo lo más eficiente posible, sin agotar necesariamente al máximo el recurso disponible.

Aún más, mientras el ser humano tiene cambios de comportamiento, las cianobacterias tienen la capacidad de desarrollar células especiales cuando las condiciones ambientales no son favorables, y que se desarrollarán nuevamente cuando las condiciones

sean más amenas. Sería como tener la opción de un estado de “espera” en situaciones menos favorables y luego “reconectar” nuestro cuerpo cuando las situaciones se vuelven menos adversas.

Estas características de las cianobacterias las hacen tan encantadoras como desafiantes: encantadoras porque estudiar y comprender sus mecanismos de supervivencia puede ayudar a comprender mejor otros organismos e incluso la historia de la vida en la Tierra; y desafiantes, porque son tan versátiles que su manejo y la identificación de los impactos de las actividades humanas en su crecimiento son tareas complejas.



Células de la cianobacteria *Chroococcus turgidus*. Aunque diminutas, estas algas se encuentran distribuidas por casi todo el planeta / Imagen: Proyecto Agua- Flickr.

Entonces, mirar cianobacterias es como mirar estrellas; es como pensar en

el pasado y el futuro al mismo tiempo. Tanto un pasado inimaginable en la escala evolutiva como uno imaginable de hace unos días; y futuro porque nos recuerda todo lo que aún no sabemos y tenemos que descubrir.

Referencias:

- (1) Günter A. Peschek et al. Life implies work: a holistic account of our microbial biosphere focussing on the bioenergetic processes of Cyanobacteria, the ecologically most successful organisms on our Earth. In: Günter A. Peschek, Christian Obinger e Gernot Renger. Bioenergetic Processes of Cyanobacteria: from evolutionary singularity to ecological diversity. Dordrecht: Springer, 2011, p. 3-70.
- (2) Luuc R. Mur, Olav M. Skulberg e Hans Utkilen. Cyanobacteria in the environment. In: Ingrid Chorus e Jamie Bartram. Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management. London: Taylor & Francis Groups, 1999, p. 9-14.
- (3) Marie-Eve Monchamp, Piet Spaak e Francesco Pomati. 2019. Long Term Diversity and Distribution of Non-photosynthetic Cyanobacteria in Peri-

Alpine Lakes. *Frontiers in Microbiology*,
9:3344.

(4) Luis Aubriot e Sylvia Bonilla. 2018.
Regulation of phosphate uptake reveals
cyanobacterial bloom resilience to
shifting N:P ratios. *Freshwater Biology*,
63: 318–329.
<https://doi.org/10.1111/fwb.13066>.

(5) Kristjan Plaetzer et al. 2005. The
microbial experience of environmental
phosphate fluctuations. An essay on the
possibility of putting intentions into cell
biochemistry. *J Theor Biol.*, 235:4, 540-
554. DOI:10.1016/j.jtbi.2005.02.0

Edición: Oscar Peláez

Colaboración: Lucas Waricoda, Aleja
Velez, Sonia Rodríguez, Rodrigo Ale-
jandro Vallejo, David González, Angela
Gutiérrez.

Cítese como: Elena Fukasawa Galva-
nese, André Andrian Padial, Luis Au-
briot. 2020. *Las cianobacterias como estre-
llas: hoy brillan, con un origen milenario*.
Revista Bioika, edición 6. Disponible
en: <https://revistabioika.org/es/el-lector-escribe/post?id=102>