



La fotosíntesis, heroína y villana de la vida en la Tierra

POR MARISOL CASTRO MORENO

Evolucionamos por simbiosis, no sólo por competencia.

LYNN MARGULIS

Desde su origen en los océanos primitivos, hace 3800 millones de años, la historia de la vida ha sido un conjunto de batallas, cambios, muertes y asociaciones para la supervivencia donde el ambiente ha jugado un papel fundamental.

Cuando la vida apareció, el entorno era completamente diferente al que tenemos en nuestros días, pocos lugares en el planeta tienen aún esas condiciones. Aleksandr Oparin, así como en otro momento Antonio Lazcano, afirmaron que en la Tierra primitiva no había oxígeno libre, por tanto, la atmósfera era rica en hidrógeno y monóxido de carbono; había también mares y cuerpos de agua someros que contenían moléculas como amoníaco, ácido cianhídrico, metano, formaldehído entre otras, provenientes de las frecuentes erupciones volcánicas, las tormentas eléctricas intensas y los constantes impactos de meteoritos en la superficie terrestre. La capa de ozono aún no se formaba y, por ende, la radiación ultravioleta era bastante elevada. Dadas estas condiciones, la vida era poco probable, pero las reacciones químicas de moléculas inorgánicas eran muy frecuentes y cada vez de mayor complejidad (1). Gracias a este ambiente extremo, las moléculas orgánicas se formaron a partir de las inorgánicas y, como resultado de dicha organización molecular, apareció la vida. Hoy, el oxígeno oxidaría cualquier molécula que se formara de esta manera.

Los primeros seres vivos eran parecidos a bacterias incapaces de producir su propio alimento y, por tanto, se nutrían de la materia orgánica generada (heterótrofos) (2). Con el tiempo, la selección natural propició su evolución y se desarrollaron distintos linajes de vida en la Tierra primitiva. Hace 3500 millones de años, en algún linaje de estas bacterias, apareció la capacidad de aprovechar la luz, el agua y el dióxido de carbono del ambiente para formar su alimento: ¡había aparecido la fotosíntesis! Y con ella, la primer gran sentencia de muerte para la mayoría de los organismos.

Las primeras evidencias de fotosíntesis se detectaron por el descubrimiento de rocas rojizas muy antiguas en las que el hierro había sido oxidado por el oxígeno que había generado dicho proceso metabólico. También se descubrieron fósiles de cianobacterias (microorganismos fotosintéticos) de la misma época llamados estromatolitos (de 2500 a 1500 millones de años) que, poco a poco, fueron colonizando nuevos sitios hasta que la producción masiva de oxígeno mató a una gran parte de la vida en la Tierra. Sólo sobrevivieron organismos que podían permanecer en ambientes aislados del oxígeno (anaerobios), los que podían aprovecharlo, o aquellos con la facultad de soportar su ausencia y presencia (1).

¡Así se desarrolló la primera gran extinción de la vida en nuestro planeta! Y gracias a ésta, la vida

bacteriana que evolucionó fue en gran proporción la que pudo asimilar el oxígeno. De nuevo, una gran diversidad de organismos pobló el planeta a partir de lo que hoy nos mantiene vivos: ¡el oxígeno! El gran destructor del pasado.

Entonces, ¿cómo es que ahora tenemos una gran variedad de seres vivos, incluyendo plantas que son capaces de realizar la fotosíntesis? Lynn Margulis resolvió esta cuestión con su teoría de la endosimbiosis. En ella, parte de la evolución de la vida se desarrolla gracias a la asociación mutualista de organismos de diferentes especies, dando como resultado organismos con organelos como mitocondrias que aprovechaban el oxígeno para obtener energía por medio de la respiración. De esta asociación se desarrollaron los linajes de animales, hongos y plantas. En un segundo momento, una parte de estos seres volvió a experimentar otro proceso endosimbiótico con organismos fotosintéticos y, gracias a él, se desarrollaron los diferentes linajes de algas y plantas (3).

Los cloroplastos son el resultado de este segundo proceso de endosimbiosis. Hay evidencia científica suficiente para afirmar que todos los linajes de eucariontes fotosintéticos tienen un único origen común en un grupo de cianobacterias y que, a partir de éste, se originaron las rodofitas (algas rojas), las clorofitas (algas verdes) y las plantas con sus diferentes subgrupos.

En la era Paleozoica (hace 500 millones de años), durante el Ordovícico y el Silúrico, surgieron plantas con rizomas, un sistema vascular rudimentario y estomas para el intercambio gaseoso. Gracias al desarrollo de estas adaptaciones fueron capaces de sobrevivir en tierra firme y se convirtieron en los ancestros de las demás embriofitas (plantas terrestres), dando lugar en los siguientes millones

de años a los primeros helechos, hepáticas (plantas con forma de hígado) y gimnospermas.

Entre el periodo Devónico y Carbonífero, hace 300-400 millones de años, por primera vez se formaron grandes bosques que permitieron que el oxígeno llegara a niveles jamás antes experimentados, ¡Ocupaba el 35% de la composición del aire! Una vez más, la fotosíntesis estaría relacionada con la evolución de la vida en la Tierra, esta ocasión, permitiendo el desarrollo de los impresionantes insectos gigantes del Carbonífero: ¡algunos milpiés medían hasta dos metros! Las hipótesis apuntan a que el tipo de respiración traqueal de los insectos permitió un mayor aprovechamiento del oxígeno y la acumulación exagerada de la biomasa; en todo caso, se puede interpretar como el exceso de energía y el consumo lujurioso del oxígeno. Lo importante es que la fotosíntesis permite que las especies que no sintetizan sus propios alimentos (como nosotros) puedan vivir y sigue siendo un factor que guía a la evolución de casi todos los seres vivos.

P A R A C O N O C E R M Á S

1. **Oparin AI.** *El origen de la vida.* México: Editores Unidos Mexicanos; 2005.
2. **Lazcano A.** *El origen de la vida.* 10ª ed. México: Trillas; 1991.
3. **Margulis L.** *Symbiosis in cell evolution: Life and its environment on the early earth.* San Francisco: WH Freeman; 1981.

DE LA AUTORA

Marisol Castro Moreno

Laboratorio de Fisiología y Química Vegetal, Instituto de Ciencias Biológicas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

marisol.castro@unicach.mx