

LA FOTOSÍNTESIS: RECORRIDO HISTÓRICO DEL CONCEPTO

ANTONIO MARÍN CASTAÑO
*Profesor Asociado. Departamento de Historia.
Facultad de Ciencias Humanas.
Universidad Nacional - Sede Medellín*

Charles Erwin Wilson, dirigente de la "General Motors", que fue Secretario de Defensa de los Estados Unidos desde 1953 hasta 1957, se permitió una vez burlarse de los científicos investigadores. Se refirió a ellos como personas que no se interesaban en los problemas prácticos y se preocupaban, en cambio, de cuestiones tan rebuscadas como el motivo de que la hierba sea verde. Difícilmente podría imaginarse una observación más ignorante, o ver más claramente la insensatez de la actitud que suele designarse como "ser práctico". Descubrir por qué la hierba es verde es comprender cómo actúa la clorofila, y, si se comprende esto, se tendrá conocimiento de una de las reacciones químicas fundamentales, que hace posible toda forma de vida. Si la humanidad pudiese aprender a manipular esta reacción en su propio beneficio, dejaría pequeños los logros de todos los "hombres prácticos" que hayan trabajado alguna vez en la "General Motors".

Isaac Asimov.¹

"El origen y la esencia de nuestra riqueza se nos dan por la radiación del sol, que dispensa la energía -la riqueza- sin contrapartida. El sol da sin jamás recibir: los hombres ya tuvieron esta impresión mucho antes de que la astrofísica hubiese medido esta incesante prodigalidad; le veían como hacía madurar las cosechas y unían el esplendor que le pertenece al gesto de quien da sin recibir a cambio."

Georges Bataille.

¹ASIMOV, Isaac. *Fotosíntesis*. Barcelona: Plaza & Janes, 1984. p. 172. (Traducción de J. Ferrer Aleu)

1. INTRODUCCIÓN

El problema de la utilización de la energía por las sociedades humanas ha requerido de la comprensión de muchos de los principios que rigen y se aplican tanto a las relaciones del hombre en la biosfera, como a las de todas las especies vivas entre sí y de éstas con sus entornos físicos y culturales.

Fácil es decir y pensar en las plantas, los animales y los microorganismos, como en seres aprovechables desde la mesa del hogar hasta la sala de control de procesos de una multinacional; en los bosques en términos de biomasa, ciclos del agua, o reserva de aire, o posibilidad de colonización o expansión de las fronteras agrícolas; igual sucede con las formas de intervención y utilización específica de otros fenómenos y recursos naturales, muchos de los cuales tratamos, las más de las veces, amparados en el supuesto erróneo y peligroso de que son inagotables, me refiero, entre otros, a los vientos (energía eólica), energía hidráulica (hidroeléctricas), derivados fósiles: petróleo, carbón, y gas (hidrocarburos), el calor de la tierra (energía geotérmica), combustibles nucleares (energía por liberación), la atracción entre los astros (energía gravitacional), materializada por el movimiento de los mares.

Pocas veces la intervención, el aprovechamiento o usufructo de recursos y fenómenos naturales van precedidos o acompañados de la necesaria reflexión acerca de los fundamentos, soportes y entramados que hacen de la biosfera, una entidad en la cual su sostenibilidad depende de la conservación de un dinamismo vital en donde cada uno de sus componentes está relacionado con todos los demás.

El sentido que procuro constituir con este ensayo es el de la comprensión del fenómeno de la fotosíntesis, a partir del acercamiento al proceso histórico mediante el cual los trabajadores de la ciencia forjaron el concepto, en un proceso de más de 300 años. La esperanza es que esta comprensión ilumine las acciones que desde el lugar de lo cotidiano, lo profesional, lo ciudadano nos comprometan, más como sujetos que como actores, con nuestro ambiente, con esta "nuestra biosfera".

Trato, entonces, de ilustrar acerca de algunos actores sociales que intervinieron en el desarrollo histórico de la fotosíntesis, la cual comienza con el sol y llega a la mesa de los hombres a través de las plantas. Los conceptos científicos no aparecen por actos espontáneos. Suponen procesos de búsqueda en los cuales intervienen, uno después de otro, uno al lado del otro, diversos sujetos deseantes del saber.

Responder a las preguntas: ¿cómo es que las plantas producen?, ¿de dónde sacan las plantas su follaje?, ¿cómo fluye la energía en la biosfera?, fue un proceso que comprometió los esfuerzos de más de una docena de científicos, por varios siglos. Hoy es algo que puede considerarse aclarado. Las preguntas vigentes serían por la eficiencia, la economía, el balance y la perdurabilidad del proceso, ante la avalancha de intervenciones humanas en los ciclos y procesos que la naturaleza se tomó tantos años en perfeccionar y, un puñado de científicos en desentrañar.

En textos básicos de biología, botánica y bioquímica, como algunos de los aquí referenciados, se pueden hallar suficientemente estructurados estos conceptos.

2. PROCESO HISTÓRICO DE LA CONSTRUCCIÓN DEL CONCEPTO DE LA FOTOSÍNTESIS

"Proceso metabólico específico de ciertas células de los organismos autótrofos por el que sintetizan sustancias orgánicas a partir de sustancias inorgánicas, utilizando la energía luminosa"².

La fotosíntesis es un proceso de conversión de la energía de la luz en energía química. La luz, energía radiante es la fuente de energía para el proceso de la fotosíntesis. Su estudio sistemático con fundamento en paradigmas de las ciencias experimentales se inició hace ya más de 300 años.

Para la comprensión científica del proceso de la fotosíntesis fue preciso que se logaran avances importantes en el perfeccionamiento del microscopio, el haber aislado el oxígeno y contar con la posibilidad del empleo de los isótopos radioactivos.

2.1 ANTECEDENTES:

Las teorías de la transmutación y del Flogisto.

- **Teoría de la transmutación:** Para el S. XVII, se creía que la transmutación era un proceso a través del cual se podía cambiar una sustancia en otra. Esta teoría fue puesta en práctica por un grupo de investigadores a quienes se les conoce con el nombre de Alquimistas, los cuales buscaron la "piedra filosofal" y panaceas universales. Los alquimistas influyeron en forma importante en el origen de la ciencia química.

- **Teoría del flogisto:** Es un principio imaginario desarrollado fundamentalmente en el S. XVIII, que se creía formaba parte de todos los cuerpos, al abandonarlos producía su combustión. Ejemplo: Las llamas que brotaban hacia arriba y hacia afuera del objeto que se quemaba representaban algo que se escapaba de él. Este algo desconocido fue llamado flogisto.

2.2 EL PROBLEMA:

Los investigadores se preguntaban:

- Cómo se nutren las plantas?
- Cómo crece una planta?

²Diccionario de la lengua española. Madrid: Espasa Calpe, S.A., 1992, p.989, tomo I.

- De dónde obtienen los materiales para formar su materia vegetal.

Las respuestas fueron apareciendo de manera sucesiva, unas para rebatir, otras para plantear nuevas preguntas, otras en forma complementaria. Veamos:

2.2.1 Jan Baptista Van Helmont (1577-1644):

Alquimista y físico de los Países Bajos, quien vivió y trabajó en una tierra que hoy pertenece a Bélgica, pero para entonces formaba parte del Imperio Español.

Experimentó con un árbol de sauce. Intentó descubrir la fuente de los materiales nutritivos de las plantas. El llegó a la conclusión de que la materia vegetal, que lo hacía aumentar de peso, venía fundamentalmente del agua. Su deducción fue directa, el agua se transformaba en madera, o sea, hizo asociación con la teoría de la transmutación.

2.2.2 El sacerdote inglés Stephen (1677-1761):

Se interesó en el flujo de materia que ocurría a través de las plantas. Llegó a la conclusión de que las plantas interactúan con la atmósfera y afectaban las interacciones de ésta con los demás componentes de la naturaleza.

2.2.3 Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794):

En 1775, Lavoisier llegó a la conclusión de que el aire estaba constituido principalmente por gases: el gas de Priestley (descubridor del oxígeno), que representaba una quinta parte y facilitaba la combustión, y el gas de Rutherford. Este último científico experimentó con un recipiente lleno de aire y cerrado, en el que hacía arder una vela.

Se sabe hoy que Priestley no interpretó debidamente sus resultados, porque, ni entonces ni más tarde, quiso aceptar el concepto de materia de Lavoisier.

Lavoisier, se interesó en las sustancias que usaban las plantas: agua, tierra, gases. Su interés fue desde la química. En asociación con Laplace, en 1783 "Descubrió que el agua no es una sustancia simple: está compuesta, peso por peso, de aire inflamable y de aire vital"³.

El descubrimiento de Lavoisier, se conoce hoy como la primera ley de la Termodinámica "Ley de conservación de la materia", o sea los elementos, no pueden ser creados ni destruidos.

2.2.4 El químico inglés Joseph Priestley

(1733-1804): De sus experimentos concluyó: "Las plantas invierten el efecto de la respiración. Los animales afectan la atmósfera "añadiendo algo a ella", mientras las plantas "sustraen algo de ella", purificando la atmósfera".

2.2.5 El médico y físico holandés Jan Ingenhousz

(1730-1791): Tuvo noticias de los experimentos de Priestley y se apresuró a profundizar sobre ellos. Según el profesor Asimov, Ingenhousz descubrió la fotosíntesis. Juntar por medio de la luz (síntesis=juntar).

De sus experimentos concluyó:

- Las plantas, sólo producen oxígeno en presencia de la luz del sol, nunca de noche.
- Las plantas eliminan el flogisto del aire.
- La luz es necesaria para los procesos fotosintéticos.
- La parte verde de las plantas lleva a cabo el proceso de fotosíntesis.
- Todas las partes vivientes de las plantas respiran.

2.2.6 Jean Baptiste Boussingault, químico agrícola

francés, en 1837: Descubrió que plantas, como el trigo y la cebada, no crecían en absoluto en condiciones de carencia de nitrógeno, enigma aclarado a mediados del S.XIX, cuando se empezaron a estudiar, en forma más rigurosa las bacterias y se avizoró su importancia económica.

Llegó a la conclusión, que para el proceso de fotosíntesis se puede prescindir del Nitrógeno, éste no representa un papel directo en ella.

³ SERRES, Michel. Historia de las ciencias. Madrid: Catedra, S.A. 1991, p.411.

Con base en sus experimentos confirmó avances anteriores en el sentido de que la fotosíntesis solo se produce en las plantas, nunca en los animales, aunque hay ciertas bacterias que muestran reacciones químicas parecidas a la fotosíntesis

2.2.7 M. Berthollet (1742-1809): A finales del S. XVIII se aisló el oxígeno y se describieron muchas de sus propiedades físico-químicas y este hecho histórico mejoró significativamente el conocimiento acerca de la fotosíntesis.

De sus experimentos Berthollet concluyó algo muy significativo referente a que el oxígeno liberado por las plantas en el proceso de la fotosíntesis, provenía de las moléculas de agua y no del aire como se pensaba antes.

2.2.8 Nicholas Theodore de Saussure (1767-1845): Este erudito, estudió el problema cualitativamente. Descubrió la fijación del carbono, proveniente de los procesos de combustión (la respiración), por parte de las plantas durante la fotosíntesis.

2.2.9 El microbiólogo holandés C. B. Van Niel: Estudió la fotosíntesis en bacterias sulfurosas púrpuras. Hoy es claro que estas bacterias, lo mismo que las células que contienen clorofila en las plantas verdes, usan la energía de la luz para sintetizar materiales carbohidratados.

2.2.10 George de Hevesy (1885-1966): Usó isótopos radioactivos para trazar las vías a través de las que se movían los materiales, de un lado a otro, en las plantas. Ratificó avances anteriores como los que Berthollet, de manera más rudimentaria había logrado.

Es bueno agregar que en 1941 un grupo de científicos de la Universidad de California, experimentaron con algas *Chlorella* comprobaron nuevamente, que el oxígeno liberado en la fotosíntesis venía de las moléculas de agua.

2.2.11 El fitofisiólogo, F. F. Blackman: De sus experimentos concluyó que:

- La luz era responsable en una primera fase del

proceso de la fotosíntesis (fase lumínica), en una segunda fase, el proceso es independiente de la luz (fase oscura).

- Igualmente que la luz, el anhídrido carbónico, el agua y la temperatura actúan como factores limitantes de la fotosíntesis.

Ya para 1954, la biología celular logró demostrar como el proceso fotosintético completo podía realizarse en cloroplastos aislados, por fuera de la estructura celular.

3. LA EFICIENCIA DE LA FOTOSÍNTESIS

"La energía solar que incide diariamente sobre la superficie de la tierra es equivalente a 100 millones de bombas atómicas del tamaño de la de Hiroshima"⁴.

- Los océanos, lagos y ríos nos permiten cerca del 90% de toda la actividad fotosintética a través de sus plantas verdes microscópicas.
- Engordar animales por medio del consumo de material vegetal, en términos de desgaste de energía, es un proceso sumamente ineficiente. Se dan muchas "pérdidas" en movimientos, control de temperatura corporal, manejo del stress, etc. Todas estas variables, hacen que estos procesos sean muy costosos y que por ende problemas como el relacionado con la alimentación humana con alimentos adquiridos a través de cadenas alimenticias de dos o tres eslabones sean muy onerosos y poco sostenibles.
- Conocer y comprender todos los entramados científicos de la fotosíntesis y de la circulación de la energía lumínica en la biosfera es un asunto de importancia significativa.

4. CONSIDERACIONES FINALES

Al enunciar, de manera somera, algunos de los hitos de la historia de la ciencia que nos han permitido la

⁴ Baker. J. W. Jeffrey, y Allen, Garland E. *The Study of Biology*; Ed. Addison-WESLEY. Segunda edición 1967; p188

comprensión actual que tenemos acerca del fenómeno de la fotosíntesis, no pretendíamos convertirnos, de la noche a la mañana, en los voceros de la "comunidad científica", comunidad racional, que idealmente debería compartir abiertamente sus resultados para beneficio de todos. (es otro hermoso mito de la historia contemporánea)

Nuestro propósito era y es contribuir con algunos elementos de corte histórico y social a la práctica de "conversar" académicamente sobre los problemas asociados con el manejo, la apropiación, el uso o no uso de la energía. Hablar de la fotosíntesis, es hablar directa o indirectamente del sol, de los efectos de la luz solar. La fotosíntesis es para los hombres del siglo XX, uno de los tantos fenómenos naturales de importancia vital.

La estrella, el astro o la divinidad solar, es motor básico en el proceso natural de la fotosíntesis; su impacto se evidencia en términos de calidad de maderas y de productividad de las praderas, los océanos y de los lagos, al igual que del carbón, el petróleo, la turba, y el gas natural. Todos estos recursos, estos combustibles son energías, productos de la energía solar.

Es también ampliamente aceptado que el hombre, hasta ahora, es el único animal que ha podido ampliar y extender el poder de comprender algunos procesos de los fenómenos naturales y uno de ellos es el de la fotosíntesis. Y en esta lucha, el hombre, ha construido herramientas que le han permitido mejorar las formas de capturar, transformar y procesar energías.

Comprender la fotosíntesis ha sido un logro, a través de un largo proceso investigativo. Y de este proceso se espera, que todo el esfuerzo de más de trescientos años de investigaciones, se convierta en motor del desarrollo social, para aumentar la capacidad de mantener el flujo constante de energía, con un mínimo de desequilibrio ambiental.

No hay dudas, de que la energía en general, es la base de la cultura humana, así como la base de la misma vida. Tampoco hay dudas, al momento de escribir estas líneas y por supuesto sin entrar a hacer

apologías; que la vida está íntimamente dependiendo de la fotosíntesis, que es la fotosíntesis la que permite el flujo constante de la energía.

5. BIBLIOGRAFÍA

ASIMOV, Isaac. Fotosíntesis. Barcelona: Plaza & Janes, 1984. Traducción, J. Ferrer Aleu.

_____. Cronología de los descubrimientos. Colombia: Ariel, 1990; p.266.

_____. Nueva guía de la ciencia. Barcelona: Plaza & Janés, 1985

RAWN, J. David. Bioquímica. Madrid: Interamericana, 1984.

BAKER, Jeffrey J. W. ALLEN. Et al. Biología e investigación científica. Bogotá: Fondo Educativo Interamericano S.A., 1970.

RICHTER, Gerhard. Fisiología del metabolismo de las plantas. México: Centro Regional de Ayuda Técnica. Agencia para el Desarrollo Internacional (A.I.D.), 1970.