

Proceso inverso a la respiración: Priestley, Ingen-Housz y la comprensión de un nuevo fenómeno*

Reverse Process of Respiration: Priestley and Ingenhousz in Understanding a New Phenomenon

Pablo Gil-Mora**

Cómo citar este artículo:

Gil-Mora, P. (2023). Proceso inverso a la respiración: Priestley, Ingen-Housz y la comprensión de un nuevo fenómeno. *Pre-Impresos Estudiantes*, (24), 36-41.

Resumen

Este artículo se centra en la importancia de reflexionar, analizar y cuestionar el proceso de transformación de las sustancias, para propiciar la comprensión de la fotosíntesis. Se destaca que este es un ejercicio de diálogo constante entre las propuestas y experiencias de otros con las propias, y de encontrar similitudes y diferencias entre las perspectivas y teorías existentes. Para ello, se abordan los trabajos de Joseph Priestley y Jan Ingen-Housz, quienes adelantaron investigaciones sobre la fotosíntesis, la influencia del aire flogistizado y desflogistizado, la luz y su relación con las plantas. Asimismo, estos conceptos y teorías se comparan con algunas conclusiones derivadas de este trabajo experimental para la enseñanza de dicho fenómeno en la educación media, a partir de las condiciones vitales de un organismo.

Palabras clave: transformación de las sustancias; fotosíntesis; condiciones vitales; estudios históricos

Abstract

This article focuses on the importance of reflecting on, analyzing, and questioning the process of substance transformation to foster the understanding of photosynthesis. It highlights that this is a constant dialogue between one's own proposals and experiences and those of others, finding similarities and differences between existing perspectives and theories. To this end, the works of Joseph Priestley and Jan Ingenhousz are discussed, as they conducted research related to photosynthesis, such as the influence of phlogisticated and dephlogisticated air, light, and its relationship with plants. Furthermore, these concepts and theories are compared with some conclusions derived from the experimental work conducted by the author for teaching this phenomenon in secondary education, using the vital conditions of an organism as a reference point.

Keywords: Transformation of substances; photosynthesis; vital conditions; historical studies

* Este artículo es producido en el marco del trabajo de grado de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales "Estudio histórico-crítico y experimental de la transformación de sustancias como el agua y el dióxido de carbono durante la Fotosíntesis en las Plantas" (2023).

** Licenciado en Química de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN) y estudiante de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales en la misma institución. Participó en el IV Encuentro de Estudios Históricos para la Enseñanza de la Ciencias y el VI Encuentro sobre la Enseñanza de la Mecánica, organizados por las universidades del Valle, de Antioquia y Pedagógica Nacional. pablogil093@gmail.com

Introducción

La enseñanza de la ciencia requiere la reflexión constante, por parte de los docentes, sobre los fenómenos que abordan; dicha introspección se plantea en tres momentos: 1) un estudio histórico-crítico que permita el diálogo entre las preguntas y experiencias propias con las de otros; 2) el desarrollo de experimentos diseñados y analizados por los docentes, de tal forma que evidencien sus intereses, preguntas y formas de entender el fenómeno, y 3) desarrollo de estrategias para su enseñanza, aspectos que también son destacados por Malagón, Sandoval y Ayala (2013) para la construcción de fenomenologías.

En el caso de la fotosíntesis, se realiza un trabajo alrededor de la transformación de las sustancias; por esto, se estableció un diálogo con textos de Joseph Priestley y Jan Ingen-Housz quienes vinculan como sustancias al aire desflogistizado y el aire flogistizado, junto a una condición, la luz, con procesos de las plantas. Además, se efectúan experimentos que pudieran dar cuenta de la transformación de sustancias en la planta, a partir de los cuales se determinan sustancias, condiciones y estructuras asociadas con las condiciones vitales de la planta.

El proceso inverso a la respiración

El interés de Priestley sobre los fenómenos relacionados con el flogisto le permitió ampliar los estudios sobre los procesos de las plantas: puso un ratón en un recipiente cerrado y observó que este se sofocaba en poco tiempo; por tanto, concluyó que la respiración cargaba de flogisto al aire atmosférico, y lo hacía perjudicial para los animales, es decir, lo viciaba o ensuciaba. Se cuestionó entonces acerca de este proceso en la naturaleza, puesto que debe existir algo que convirtiera ese aire en apropiado para las condiciones vitales de los animales (Priestley, 1772).

Luego, puso en un mismo recipiente una planta y un ratón. En esta ocasión, pudo constatar que el ratón no se sofocaba con la misma rapidez que en el experimento anterior. A partir de este hallazgo, determinó que la vegetación era capaz de retirar el flogisto con el que la respiración había cargado la atmósfera; además, encontró que ese aire nuevo, sin la presencia del flogisto, era muy diferente al aire atmosférico. Priestley concluyó que la atmósfera no es una entidad inmutable o elemental, sino más bien una mezcla compuesta de diferentes tipos de aire, que incluyen el aire flogistizado y el que carecía de flogisto:

Esta observación me llevó a concluir que las plantas, en lugar de afectar el aire de la misma manera que la respiración animal, invierten los efectos de la respiración y tienden a mantener la atmósfera dulce y saludable cuando se vuelve nociva como consecuencia de que los animales vivan y respiren, o mueran y se pudran en ella. (Priestley, 1772, p. 193)

Los trabajos de Priestley se centraron en las condiciones vitales de los organismos con los que realizaba sus experimentos. Así, para caracterizar el nuevo aire desflogistizado, puso un ratón en un recipiente cerrado con aire común; mientras que, en otro recipiente, encerró un ratón, pero con aire desflogistizado. Priestley encontró que el ratón en aire común se sofocaba aproximadamente en un cuarto de hora y el que estaba en aire desflogistizado lo hacía en media hora; así determinó que este aire nuevo era mejor para la respiración que el aire común (Priestley, 1775).

Concluyó que el proceso inverso a la respiración mejoraba la calidad del aire atmosférico, lo que resultaba más favorable para las condiciones vitales de los animales. Además, sus experimentos llevaron a la comunidad científica a formular y debatir sobre el siguiente interrogante: ¿qué efectos tienen, en las condiciones vitales de las plantas, los diferentes aires mencionados por Priestley?

El proceso depende de la luz y las hojas

Ingen-Housz llevó a cabo un experimento en el que introdujo tallos en un recipiente cerrado e invertido, sumergido en agua; su propósito era observar la producción de aire desflogistizado. Repitió este experimento con diferentes muestras, en uno puso hojas, y en otro, partes no verdes. Además, analizó cómo la exposición a la luz afectaba los resultados.

En el primer y segundo recipiente se originó aire flogistizado, pero en mayor cantidad se produjo aire desflogistizado; en el tercer recipiente no hubo producción de este último. Entonces afirmó que las hojas cumplían múltiples funciones en la planta. También, concluyó, tras observar que el agua es un medio adecuado para su desarrollo, que las plantas obtenían beneficios de la humedad del aire y de la lluvia en sus hojas.

Además, observó la formación de burbujas en la superficie del agua, siempre y cuando se presentaran unas condiciones iniciales las cuales incluían el aire flogistizado y la exposición a la luz de sol:

esta operación está lejos de llevarse a cabo continuamente, pero comienza solo después de que el sol ha aparecido por algún tiempo sobre el horizonte y, por su influencia, ha preparado a las plantas para comenzar de nuevo su operación benéfica sobre el aire y, por tanto, sobre la creación animal. (Ingen-Housz, 1779, p. 34)

Ingen-Housz amplió sus discusiones al señalar que el envés de las hojas de las plantas contiene conductos excretores que expulsan el aire nocivo para la planta, es decir, el aire desflogistizado. En este sentido, afirmó que las hojas son órganos con poros que arrojan el aire desflogistizado como excreción e inhalan aire flogistizado (Ingen-Housz, 1780). Estas observaciones respaldaron su teoría de que las

plantas realizaban un proceso relacionado con la exposición a la luz y que implicaba la liberación de aire desflogistizado.

¿De dónde procede el aire flogistizado que se obtiene de las hojas sumergidas en agua? Frente a este interrogante, Ingen-Housz haría dos afirmaciones: 1) el aire flogistizado no proviene del agua, y 2) tampoco se obtiene de las sustancias que conforman las hojas, ya que no se observan cambios en la composición del agua ni de las hojas. Por tanto, propuso que ese aire desflogistizado, generado durante la purificación del aire, provenía de algún tipo de transmutación. La conclusión de Ingen-Housz reforzó la idea de un cambio, purificación o viciado del aire, planteado por Priestley, ya que no se observó una alteración en algo establecido, sino un cambio directo en las sustancias involucradas.

Por último, Ingen-Housz examinó cómo se afectaba la producción de aire desflogistizado por la exposición al sol. Descubrió que el calor generado por el sol producía un aire perjudicial, incluso peor que el aire común, pero que la presencia de luz era la que permitía la producción de aire desflogistizado. Es decir, no eran las características totales del sol las que influenciaban el proceso llevado a cabo por las plantas, sino únicamente la luz (Ingen-Housz, 1780).

Ingen-Housz concluyó que las plantas limpiaban y purificaban el aire a través de sus hojas. Además, confirmó la importancia de dos hechos clave: la necesidad de agua y la influencia de la luz en este proceso. Los trabajos de Ingen-Housz atribuyeron sustancias (agua, aire flogistizado, aire desflogistizado), estructuras (hojas) y condiciones (luz) a estos procesos que Priestley había descrito como inversos a la respiración, y abrieron la puerta a la idea de una transmutación en lugar de un simple cambio, lo que enriqueció nuestra comprensión de la fotosíntesis.

La convergencia de un estudio histórico y la experimentación: el caso del dióxido de carbono y las condiciones vitales de la planta

Los aportes de destacados científicos, entre los que sobresale Lavoisier, han llevado a una transformación significativa en la comprensión de ciertos fenómenos. La teoría del flogisto se dejó de lado y se adoptó un enfoque que abandonó la noción de *transmutación* en favor de la idea de *transformación de las sustancias*, y por último, se identificó al oxígeno y al dióxido de carbono como aire desflogistizado y flogistizado, respectivamente.¹

Al analizar los trabajos de Priestley e Ingen-Housz, se puede inferir que están relacionados con las condiciones vitales de los organismos; por esta razón, los montajes experimentales realizados permiten establecer relaciones entre las condiciones vitales de la planta y los gases que las rodean.

El experimento se centró en el estudio de las sustancias (CO_2), estructuras (tallos y hojas) y una condición (la luz). Se efectuó un seguimiento continuo durante 8 días, con un total de 12 plantas que fueron ubicadas en recipientes, en las que se variaba la cantidad de CO_2 , las condiciones de luz y la presencia de hojas, según los parámetros establecidos en la tabla 1. A lo largo del experimento, se llevaron a cabo observaciones detalladas y se obtuvieron conclusiones importantes relacionadas con el comportamiento de las plantas en relación con estos factores.

Tabla 1. Montajes experimentales

LUZ	OSCURIDAD
1-A AIRE ALMACENADO Y TALLO SIN HOJAS	1-B AIRE ALMACENADO Y TALLO SIN HOJAS
2-A CO_2 Y TALLO SIN HOJAS	2-B CO_2 Y TALLO SIN HOJAS
3-A CONTROL Y TALLO SIN HOJAS	3-B CONTROL Y TALLO SIN HOJAS
4-A AIRE ALMACENADO Y TALLO CON HOJAS	4-B AIRE ALMACENADO Y TALLO CON HOJAS
5-A CO_2 Y TALLO CON HOJAS	5-B CO_2 Y TALLO CON HOJAS
6-A CONTROL Y TALLO CON HOJAS	6-B CONTROL Y TALLO CON HOJAS

Fuente: elaboración propia.

Las plantas fueron ubicadas en recipientes invertidos en agua y se hizo seguimiento al número y coloración de hojas. Para asegurar el CO_2 en las plantas 2-A, 5-A, 2-B y 5-B, sus recipientes fueron perforados y se les introdujo una manguera (figura 1), la cual fue usada para extraer el aire y luego para la entrada del CO_2 , producto de la reacción entre vinagre y bicarbonato de sodio.



Figura 1. Producción y almacenamiento de dióxido de carbono

Fuente: elaboración propia.

¹ Aclaraciones necesarias para el cambio en el lenguaje a usar durante las explicaciones experimentales.

Las variaciones en el número de hojas (tabla 2) de las plantas expuestas a la luz, muestran que la mayor producción de estas se dio en la 5-A, y en cuanto a brotes en los tallos, fue la 2-A, lo que evidencia un beneficio para las plantas cuando se desarrollan en presencia de este CO₂. Las que no fueron expuestas a la luz disminuyeron su número de hojas, y las expuestas a luz produjeron nuevas hojas y brotes. Se determina, entonces, que la luz favorece una condición vital como la producción de nuevas estructuras para la planta.

Tabla 2. Variaciones en el número hojas

PLANTA	DÍA	Nº DE HOJAS	AUMENTO EN Nº DE HOJAS(%)
1-A	1	0	-
	8	6 brotes	
2-A	1	0	-
	8	12 brotes	
3-A	1	0	-
	8	Sin brotes	
4-A	1	53	+3.774
	8	55	
5-A	1	38	+28.947
	8	49	
6-A	1	35	+14.286
	8	40	
1-B	1	0	-
	8	0	
2-B	1	0	-
	8	0	
3-B	1	0	-
	8	0	
4-B	1	40	-17.500
	8	33	
5-B	1	16	-37.500
	8	10	
6B	1	47	-12.766
	8	41	

Fuente: elaboración propia.

La planta que mantuvo más tiempo la coloración de las hojas fue la 5-A, evidencia de una pérdida de coloración a medida que disminuía la cantidad de CO₂ presente en el aire. En el caso de las plantas expuestas a la oscuridad, se observó que todas presentaron una pérdida de coloración que llegaba incluso al negro, con excepción de la planta 5-B, que presentó una menor pérdida de la coloración, como se ilustra en la figura 2.

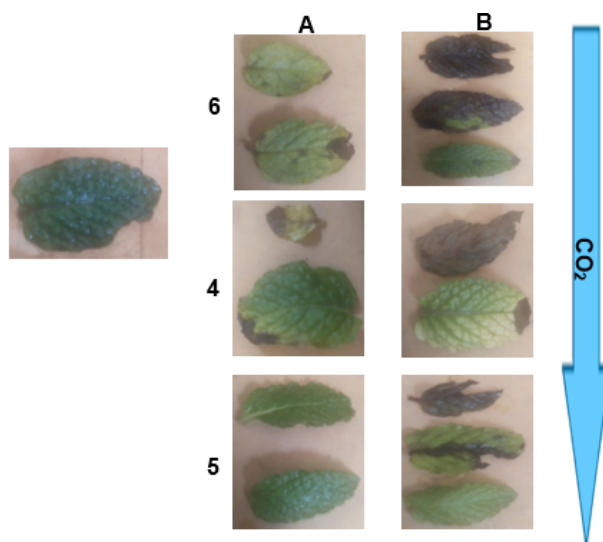


Figura 2. Coloración de las hojas

Fuente: elaboración propia.

La planta con mayor aumento de hojas fue la 5-A, situación que también disminuía de acuerdo con las condiciones expuestas; sin embargo, se observó una variación en los tallos: *la generación de brotes*. La planta 3-A no presentó ninguno, debido, tal vez, a que no registró una humedad constante, como sí lo hicieron las demás plantas, por las condiciones que se daban al estar en los recipientes.

Conclusiones

El proceso inverso a la respiración favorece las condiciones vitales en las plantas, hecho evidenciado en la coloración y producción de nuevas

estructuras, las cuales se benefician cuando son expuestas a mayores cantidades de dióxido de carbono que las presentes en el aire.

A través del montaje experimental se determina que algunas de las características de tallos y hojas han de ser similares porque son capaces de producir nuevas estructuras, siendo más eficaz en las hojas. Además, la luz es una condición necesaria para que los procesos de la planta se lleven a cabo, debido a que en su ausencia aquellas funciones relacionadas con dióxido de carbono y agua no se realizan.

Los estudios de carácter histórico-crítico y experimental transforman la comprensión de los fenómenos científicos por parte de los docentes, al dejar de lado la replicación de experiencias y generar sus propias formas de relacionarse con dichos fenómenos, es así que se construyen diseños y discusiones que les

permitan pensar y ejecutar experiencias en el aula que impulsen la construcción de conocimientos por parte de sus estudiantes.

Referencias

- Ingen-Housz, J. (1779). *Experiments upon vegetables*. P. ELSMSLY & H. PYNE.
- Ingen-Housz, J. (1780). *Experiences sur les végétaux*. P. TUHÉOPHILE BARROIS.
- Malagón, F., Sandoval, S. y Ayala, M. (2013). La actividad experimental: construcción de fenomenologías y procesos de formalización. *Praxis Filosófica*, (36), 119-138.
- Priestley, J. (1772). Observations on different kinds of air. *Philosophical Transactions*, (62), 147-264.
- Priestley, J. (1775). *Experiments and observations on different kinds of air*. Boston Public Library.