

# LA CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO CIENTÍFICO ESCOLAR DEL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS EN RELACIÓN CON LA TRANSFORMACIÓN DE ENERGÍA MEDIANTE UNA INTERVENCIÓN DIDÁCTICA

---

RODOLFO GARCÍA MEJÍA  
Universidad Pedagógica Nacional, Unidad Ajusco

**RESUMEN:** Presentamos resultados parciales que configuran la implementación de una estrategia didáctica que abordará el proceso fotosintético mediante la modelización del fenómeno del crecimiento de las plantas en relación a la transformación de la energía. Se revisaron los reportes existentes en la literatura sobre las ideas previas de los estudiantes, así como el fundamento teórico de la estrategia que es la modelización en el enfoque epistemológico constructivista, el que consideramos mucho más potente que el derivado del cambio conceptual.

Algunas ideas previas reportadas como “El suelo no tiene nada que ver con el crecimiento de la planta”, “Las raíces absorben el suelo” y “Las plantas comen minerales” nos permiten considerar que existen grandes problemas en la enseñanza que se ven reflejados en la persistencia de estas mismas ideas de nivel primaria hasta el universitario. Planteamos diseñar, aplicar y eva-

luar una estrategia didáctica basada en la modelización en una escuela secundaria pública del Distrito Federal, en una muestra de estudiantes. Esta intervención, con ciertas limitantes, permitirá dar cuenta de la pertinencia que tiene para los docentes diseñar sus estrategias para el aprendizaje a través de la modelización.

Para lograr el diseño de la estrategia hemos estructurado un modelo cognitivo inferido de las ideas de los estudiantes, así como analizado el programa de ciencias de secundaria (2006) para extraer el modelo cognitivo que pretende la Secretaría de Educación Pública. Nos encontramos en la configuración de un modelo científico escolar de ciencia sobre el fenómeno que abordaremos. Una vez teniéndolo, estructuraremos la estrategia didáctica.

**PALABRAS CLAVE:** Constructivismo, Modelización, Fotosíntesis, Crecimiento y Estrategia.

## Propósito

Construir, fundamentar y evaluar una estrategia didáctica basada en la modelización, que permita a los estudiantes de primer grado de secundaria la construcción de un modelo científico escolar de la fotosíntesis, utilizando como punto de referencia el crecimiento de las plantas, con el fin de que amplíen el modelo cognitivo que de ésta tienen.

## Problema y Justificación

Detectamos que los estudiantes de secundaria no identifican el crecimiento de las plantas como consecuencia de la transformación de energía. Para poder llegar a esta premisa fue necesario que revisáramos cómo piensan los estudiantes que se da el fenómeno de crecimiento y a qué se lo atribuían. Encontramos gran diversidad de artículos que nos permitieron detectar que existen ideas previas que aún después de la enseñanza persisten en los estudiantes, siendo las mismas ideas, detectadas en los niveles de primaria, secundaria, bachillerato y universidad. En el artículo de Wandersee (1983) proporciona ideas previas que se encuentran en el nivel primaria y universidad como “El suelo no tiene nada que ver con el crecimiento de la planta”, “Las raíces absorben el suelo” y “Las plantas comen minerales”.

Estas ideas posibilitan el hecho de que existe un problema de aprendizaje derivado de una enseñanza deficiente, en donde la concepción epistemológica de cada profesor influirá en la visión de la ciencia de los sujetos involucrados. Así Smith E.L. & Anderson C.W. (1988) en el estudio que hacen identifican que la influencia epistemológica del docente predomina incluso sobre el mismo currículum. Charreier, M., Cañal, P. & Rodrigo, M. (2006) plantean que no es sencilla la temática fotosintética y que su complejidad está presente en el poco énfasis de la nutrición de la planta debido a que se focaliza como un proceso de intercambio de gases, complicándose la comprensión.

Otra de las causas del problema es la forma de presentar el tema por parte de la Secretaría de Educación Pública (SEP) en los programas 2006 (Tabla I) pues no hay una correspondencia del nombre asignado al tema y los aprendizajes esperados. El primero enfatiza en la parte energética, dónde se encuentra y a dónde va; en los segundos, en aspectos descriptos de un proceso.

Es importante que la problemática que estamos planteando sea abordada pues no hay reportada en la literatura revisada trabajos que hayan logrado un gran éxito en el aprendizaje de la fotosíntesis como proceso de transformación de energía. Es de utilidad realizar una intervención didáctica efectuando una estrategia didáctica sustentada en la modelización, aun cuando no ha tenido una gran implementación por parte de los docentes, las investigaciones que se han hecho en torno a esta alternativa nos permiten ver en ella la solución al problema de aprendizaje.

## Cuestionamientos

¿Cuáles son las ideas previas de los estudiantes sobre el crecimiento de las plantas en relación al flujo de energía?

¿Qué tan semejantes son las ideas de los estudiantes de secundaria a las explicaciones científicas?

¿Qué tanto se asemeja el conocimiento pretendido por la SEP a las explicaciones que dan los estudiantes previos a la enseñanza?

Implementar una estrategia didáctica basada en la modelización ¿Permitirá a los estudiantes explicar el fenómeno del crecimiento de las plantas de una forma más científica?

## Fundamentos Teóricos

Para elaborar la estrategia didáctica retomaremos las contribuciones teóricas que se han hecho al constructivismo, que involucra al constructivismo desde la educación en ciencias y la modelización.

La enseñanza de las ciencias se enfoca en el constructivismo que permite una interacción del sujeto y el objeto de manera proactiva, donde el sujeto es constructivo y dinámico (Rodríguez, D. P., 2007). Destacamos de lo anterior que un sujeto proactivo permitirá la construcción de modelos cognitivos que permiten interpretar los fenómenos con una visión más cercana a la que tienen los científicos.

Con el enfoque constructivista Osborne, R. & Freyberg, P. (1991) permiten esbozar el tratamiento que se debe dar a una estrategia didáctica, retomando dos elementos fundamentales al considerar que si no sabemos cómo piensan los profesores lo que piensan los alumnos y por qué opinan así, existen pocas posibilidades de tener un impacto en la enseñanza aun cuando nosotros, los docentes, procedamos adecuadamente y seamos muy hábiles. Por lo que en primer lugar es necesario considerar a las ideas previas como una base en la construcción de la estrategia didáctica, debido a que reflejan cómo está estructurado el o los modelos de los estudiantes (Driver, R. & Oldman, V., 1986) y, en segundo, porque permite detectar la manera en que explican los fenómenos que ocurren en la naturaleza. Sirviéndole al profesor para el diseño de actividades que le permitan al alumno construir un modelo más explicativo sobre los fenómenos naturales.

En cuanto a la modelización García, M. P., (2005) menciona que la podemos definir como el proceso de construcción de relaciones entre lo que es real y lo que construye cada estudiante, lo que le permite dar mayor sentido a los hechos del mundo, utilizando modelos más complejos conforme se potencializa. La virtud del modelo se encuentra en su capacidad predictiva y explicativa. Por lo anterior consideramos que si un estudiante construye sus explicaciones ante el fenómeno que observa y logra ir complementándolo con elementos y estos lo relaciona su modelo es más potente, con una mejor capacidad de explicación, lo que a su vez le permite realizar inferencia fundamentadas, es decir, potencialmente predictivo.

Izquierdo & Adúriz-Bravo (2003) mencionan que para elaborar una estrategia didáctica es necesario que se tenga presente un modelo cognitivo de ciencia para la elaboración de modelos. Por lo que identificamos que hay dos tareas fundamentales para elaborar una estrategia didáctica por un lado identificar el modelo cognitivo posee el estudiante y, por otro, valorar la cercanía de este hacia un modelo más complejo de la ciencia.

## Antecedentes

Durante la edad antigua, (del siglo XL a.c. hasta el siglo V d.c.) que es caracterizada por una visión geocéntrica, es decir, la tierra como el centro del universo. Existió una gran reflexión de la naturaleza impulsada por grandes filósofos como Aristóteles, Demócrito, Sócrates, Platón, entre algunos más. Al tratar de explicar la nutrición de las plantas Aristóteles consideraba que "... la planta será incapaz de elaborar sus alimentos y deberá tomarlos ya elaborados por el suelo, que actuaría como un estómago. ..." (Cañal. P., 2005). En esta misma etapa Hipócrates menciona que "... las plantas se alimentan de una serie de sustancias del suelo que habrían sido previamente digeridas por el mismo..." (Cañal. P., 2005).

Estos dos filósofos tratan de explicar el proceso fotosintético con una visión antropomórfica, debido a que en su discurso manejan una analogía entre el proceso de adquisición de alimento y de nutrición del hombre, así como los órganos que conforman el aparato digestivo y le atribuyen estas mismas cualidades a las plantas. Durante esta edad se dieron varias aportaciones dirigidas en el mismo sentido que las propuestas por Aristóteles e Hipócrates que considero limitadas por el método empirista de aquella edad.

A la caída del imperio romano se inicia la edad media (siglo V al siglo XV). En esta edad se sigue con la visión geocéntrica y el predominio de la Iglesia queda con el resguardo de todo el avance científico y tecnológico que había surgido. La inaccesibilidad del conocimiento y la casi nula generación de conocimiento en Europa, permite que oriente surja con nuevas aportaciones al conocimiento. Se definió a esta edad como el obscurantismo. Por eso Alberto Magno, quien fue teólogo fue de los pocos de esta época que "...consideraba que la savia proporciona alimento a la planta y se transporta por venas, como vasos sanguíneos pero sin pulso. ..." (Cañal, 2005), se sigue pensando con una visión antropomórfica se incorporan nuevos elementos en el discurso de Alberto Magno, al decir que "... los árboles que crecen en la sombra son así no por la falta de luz, sino de calor, pues el calor del suelo favorece la absorción del alimento por las raíces..." (Cañal, 2005).

A la caída del imperio de Constantinopla se inicia la edad moderna donde emerge una gran cantidad de conocimiento de todo tipo. Esta nueva edad es también conocida como el renacimiento (del siglo XV al siglo XVIII). En esta etapa de la historia, el conocimiento de la nutrición de las plantas se revolucionó, basándonos en la descripción de Ledesma, (2000) realizamos la siguiente cronología:

Marcelo Malpighi: Consideraba que existía una relación entre las hojas y la savia para la elaboración de su alimento.

EdméMariotte: Las relaciones que existen entre las fuerzas físicas son las que no permiten que los líquidos salgan y se mantengan dentro de las plantas.

Stephen Hales: Mediante la física (cinemática y dinámica) explicando el fenómeno de la transpiración relacionándolo con las hojas. Llegando a realizar el primer cuestionamiento sobre la relación de la luz y las hojas.

JanIngenhousz: Realiza un conexión entre el oxígeno y el bióxido de carbono atribuyendo la facultad a la planta de absorber el segundo y expulsar el primero. Da una importancia a las hojas y tallos para la purificación del aire considerando la influencia de la luz y no del calor, como había sucedido una edad atrás, sobre las plantas.

Jean Senebier: Considera la relación entre el bióxido de carbono, la luz, la planta como factor de reacción, resultando la nutrición de la planta y oxígeno.

El modernismo estuvo marcado sobre el avance de la física para la explicación de la nutrición de las plantas y no tanto por el desarrollo de la biología. Aun cuando los experimentos que se realizaron implicaron la presencia de seres vivos fotosintéticos tratan de ser explicados a partir del movimiento como un fenómeno natural físico. El acceso al conocimiento es el que permite que en tres siglos se realice mucha mayor creación de conocimiento que lo realizado los diez siglos anteriores a esta nueva edad.

Con la revolución francesa se inicia en el siglo XIX y hasta nuestros días la edad contemporánea, en donde el avance científico, ha permitido la comprensión de los fenómenos naturales de una manera sorprendente y el proceso fotosintético no ha sido la excepción. Claude Louis Barthollet inicia esta era al considerar que el oxígeno liberado por las plantas procedía del oxígeno encontrado en el agua, poco después Jean Senebier, demuestra que el oxígeno liberado en realidad procedía del bióxido de carbono, el avance en el conocimiento era tan rápido que poco después Nicholas Theodore de Saussure coincide con Senebier sobre el origen del oxígeno pero además concluyó el existía una relación entre el agua y el bióxido de carbono lo que permitía que se generara el alimento de la planta.

A partir de este momento en el proceso histórico y con las aportaciones de Julius Robert Mayer sobre la generación de energía química se da un gran salto pues Jean Baptiste-Boussingault ya realiza una diferenciación entre el proceso de respiración de la planta y la nutrición de la misma en donde el oxígeno y el bióxido de carbono interactúan con fines relacionados pero en procesos diferentes.

Esta nueva edad es caracterizada por la especialización. En el caso de las ciencias naturales se encuentra como especialidad la biología, en ella, se encuentra la botánica y, de ella, se deriva la fisiología vegetal que a su vez llevó a Schimper a encontrar estructuras que llamó cloroplastos los que fueron estudiados y a los que estudia Julius Sachs que encuentra una sustancia su disposición en los tejidos vegetales. Líquido que se denominó clorofila.

Barnes, C. es quien acuñe el término fotosíntesis. Esta breve reseña histórica permite observar que los procesos históricos han dejado traza en la evolución de conocimiento sobre el fenómeno fotosintético y que su desarrollo será determinado conforme las necesidades humanas lo requieran.

## Método

Para poder llevar a cabo la intervención didáctica será necesario contar con un grupo de estudiantes de primer grado de secundaria. El escenario pensado es una escuela secundaria pública del Distrito Federal.

## Resultados parciales

En el proceso de construcción de este proyecto de intervención, analizamos las ideas previas de los estudiantes obteniendo como resultado que los estudiantes consideran que los requerimientos de las plantas son agua, aire, suelo y luz solar. Consideran que la energía es una propiedad de la planta que utiliza para alimentarse; además de que creen que el agua es esencial para las plantas, pero no está relacionada directamente con el crecimiento. Derivado del análisis retomamos los elementos y relaciones que debe poseer un modelo y logramos inferir un posible modelo cognitivo que poseen estudiantes de secundaria (Figura I). Este modelo será de gran importancia para poder derivar la secuencia didáctica, como ya se ha argumentado a lo largo del texto.

A partir del análisis del subtema 2.3 Valoración de la importancia de la fotosíntesis como proceso de transformación de energía y como base de las cadenas alimentarias. Bloque II. La nutrición, del programa de ciencias 2006, y junto con sus aprendizajes esperados; hemos derivado el modelo escolar pretendido por la SEP (Figura II). La tareas pendientes, que se encuentra en construcción, son la planificación de la estrategia didáctica, para llegar a ese paso es necesario contrastar ambos modelos que hemos extraído y poder valorar la pertinencia que tiene enfocarse en la llegada al modelo plantado por la SEP, teniendo claro cómo estructuran los elementos y relaciones los estudiantes, antes de la enseñanza. O bien, realizar un modelo que se aleje de las ideas que tienen sobre el crecimiento de las plantas y que se acerque a las pretensiones de la SEP, teniendo así un modelo científico escolar de arriba. Y finalmente evaluar la viabilidad de la estrategia didáctica fundamentada en la modelización.

## Referencias

- Cañal, P. (2005) La nutrición de las plantas verdes: Enseñanza y aprendizaje. Editorial síntesis: Madrid.
- Charreier, M., Cañal, P. y Rodrigo, M. (2006). Las concepciones de los estudiantes sobre la fotosíntesis y la respiración: una revisión sobre la investigación didáctica en el campo de la

enseñanza y el aprendizaje de la nutrición de las plantas. En Enseñanza de las Ciencias. 24 (3) 401-410.

Driver, R. y Oldham, V. (1986). A Constructivist Approach to Curriculum Development in Science. *Studies in Science Education*. 13, 105-122; v.e. Un enfoque constructivista del desarrollo curricular en ciencias.

García, M. P. (2005). Los modelos como organizadores del currículo de Biología. En Enseñanza de las ciencias. Número extra VII Congreso.

Izquierdo, M. y Adúriz-Bravo, A. (2003). Epistemological Foundations of School Science. *Science and Education*, 12(1), pp. 27-43.

Ledesma, I. (2000) Historia de la biología. A.G.T.: México

Osborne, R. y Freyberg, P. (1998). La ciencia de los alumnos. En Osborne, R. & Freyberg, P. (Coord.), *El Aprendizaje de las Ciencias. Influencia de las "Ideas Previas" de los Alumnos*, (pp. 20-34). Madrid: Ediciones Morata.

Rodríguez, D. P. (2007). Relación entre concepciones epistemológicas y de aprendizaje, con la práctica docente de los profesores de ciencias, a partir de las ideas previas en el ámbito de la física. (Tesis Doctoral, Universidad Pedagógica Nacional. Distrito Federal, México). Recuperada de: <http://200.23.113.59/pdf/24355.pdf>

SEP (2006) Programa de estudios Ciencias.

Smith, E.L. & Anderson, C.W. (1988). Las plantas como productores: Un estudio de caso en la enseñanza elemental de las ciencias, en Porlán, R., García, J.E. y Cañal, P. (comp.). *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*, pp. 157-177. Sevilla: Díada.

Wandersee, J. H. (1983). Students' misconceptions about photosynthesis: a cross-age study. *Proceedings of the International Seminar Misconceptions in Science and Mathematics*, Cornell University, Ithaca, NY, 898-934

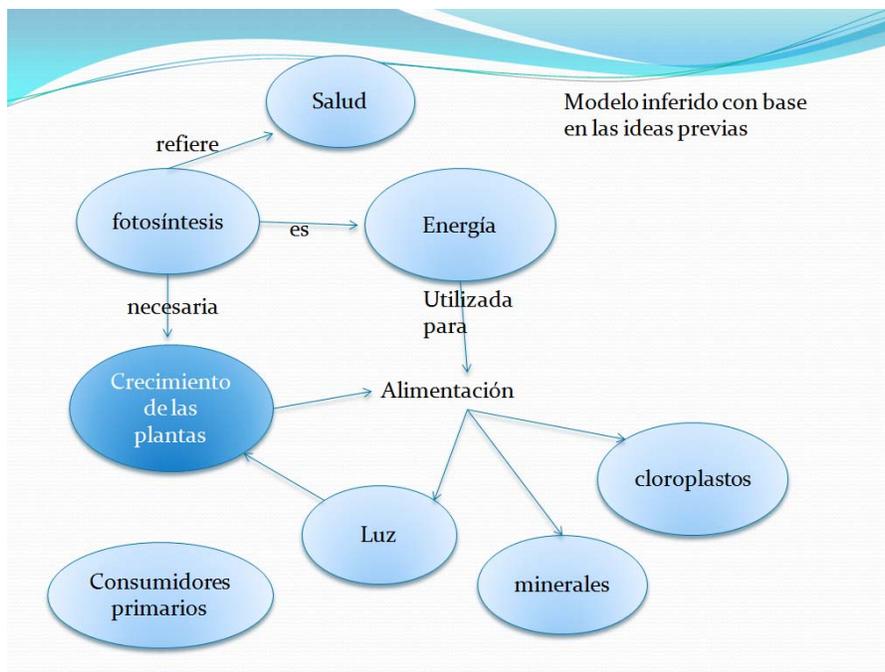
## Anexos

**Tabla I**

Valoración de la importancia de la fotosíntesis como proceso de transformación de energía y como base de las cadenas alimentarias	
Aprendizajes Esperados	Comentarios y sugerencias
Explica el proceso general de la fotosíntesis mediante modelos.	Explorar los conocimientos de los alumnos acerca de las partes y funciones de las plantas, pues suelen creer

<p>Identifica la relación entre la fotosíntesis y las estructuras celulares donde se lleva a cabo: los cloroplastos.</p> <p>Reconoce la importancia de la fotosíntesis como base de las cadenas alimentarias.</p>	<p>que éstas obtienen su alimento directamente del suelo.</p> <p>Realizar observaciones microscópicas de cloroplastos, por ejemplo, en hojas de <i>Elodea</i>.</p> <p>Es recomendable centrar el estudio de la fotosíntesis en los aspectos macroscópicos de la transformación de materia y energía, ya que este tema se revisará desde el punto de vista químico con el tema "Las reacciones redox", en el tercer curso de Ciencias.</p>
---	---

**Figura I**



**Figura II**

