



La nutrición vegetal, un año después. Un estudio de caso de 7° de E.G.B.

Pedro Cañal y Soledad García (*)
Dpto. de Didáctica de las Ciencias
Universidad de Sevilla

RESUMEN

Se analiza el proceso de enseñanza-aprendizaje seguido durante el curso anterior por una clase de 6° de E.G.B. en torno al núcleo temático de la nutrición vegetal y se comprueba el estado de las ideas de los alumnos al respecto un año después, aportándose una interpretación didáctica de los resultados obtenidos.

INTRODUCCION

Este estudio forma parte de una investigación en curso sobre la génesis y desarrollo de los esquemas conceptuales de los alumnos acerca de la nutrición de las plantas verdes, a lo largo de la E.G.B., con vistas a determinar las características generales de dicho proceso y las regularidades que puedan existir en el mismo, así como diseñar y poner en práctica propuestas didácticas alternativas para la enseñanza-aprendizaje en este campo conceptual.

Así pues, el estudio se enmarca de alguna manera en la pujante corriente actual de investigación sobre las representaciones, ideas previas o esquemas conceptuales de los alumnos, si bien desde una perspectiva plenamente escolar, realizada «desde dentro» de la escuela, en la línea de la investigación-acción, y «hacia dentro», es decir con el objetivo de poner a prueba estrategias didácticas para mejorar la enseñanza.

La nutrición vegetal es uno de los temas que siempre están presentes en los programas y libros de texto de la enseñanza básica y media y que tradicionalmente han sido más indicados para poner de manifiesto las insuficiencias e ineficacia de la enseñanza tradicional. Los estudios de Simpson y Arnold (1982 a y b), Bell (1985), Wandersee (1983), Stavy et al (1987), Smith y Anderson (1984) y Rumelhard (1985), por ejemplo, realizados con distintos enfoques y métodos y en distintos niveles educativos, aportan evidencias sobre los enormes obstáculos que encuentran los alumnos para ir estructurando de una forma mínimamente coherente y racional este campo conceptual. Por nuestra parte hemos señalado anteriormente la existencia de tales dificultades en los estudiantes de Magisterio (Cañal y Rasilla, 1986), lo que ha sido también señalado por Astudillo y Gené, (1984). Así mismo, nos hemos referido a la naturaleza de los obstáculos que parecen tener una mayor incidencia en la construcción de estas nociones (García, Cañal y Porlán, en prensa).

* E.U. Magisterio. Avda. Ciudad Jardín, 22.
41005. Sevilla.

El estudio de caso a que nos vamos a referir en concreto se realizó con alumnos que cursaban estudios de 7° de E.G.B., intentando reconstruir, con la ayuda de estos alumnos y de su profesor, el proceso de enseñanza-aprendizaje desarrollado el curso anterior (6° de E.G.B.) por ellos mismos sobre esta temática. De esta manera se abrió una vía de colaboración y trabajo en común con éste y otros maestros para las investigaciones que desarrollamos actualmente.

Los fines primordiales del estudio fueron:

a. Determinar la situación de las ideas de los alumnos en la actualidad respecto a lo enseñado y a lo expresado por ellos mismos un año atrás.

b. En base a lo anterior, y al análisis general del proceso seguido, ensayar una interpretación didáctica de lo ocurrido.

Para ello, se estudiaron los siguientes aspectos:

- Programación del profesor.
- Producciones de los alumnos en ese año: apuntes, ejercicios, exámenes...
- Contenido del libro de consulta utilizado.
- Ideas actuales de los alumnos al respecto: clima de la clase, labor del profesor, etc.
- Ideas actuales de los alumnos sobre la nutrición vegetal.

Las ideas del profesor se estudiaron mediante sucesivas entrevistas a lo largo del estudio, en torno a sus planteamientos en el curso anterior y a su interpretación de los resultados que la investigación nos iba aportando.

Las ideas actuales de los alumnos se exploraron por medio de un cuestionario semiabierto sobre la alimentación y respiración de las plantas verdes. Los alumnos debían decidir sobre la veracidad o falsedad de cada ítem (cuyo contenido se había seleccionado de entre las ideas detectadas como más comunes en estudios anteriores), debiendo en todo caso justificar brevemente por escrito en qué fundamentaba su juicio (ver anexo I).

Los resultados obtenidos los agruparemos para su exposición en dos bloques, centrados respectivamente en el profesor y en los alumnos.

El pensamiento del profesor y su labor docente

El profesor, que hizo posible este estudio gracias a su actitud de entera colaboración (lo cual le agradecemos encarecidamente), se caracterizaba, desde el punto de vista didáctico, por el empleo de una metodología esencialmente transmisiva. Basó las clases en la exposición y aclaración oral del tema, tomando apuntes los alumnos. Valoraba muy positivamente esta labor de toma de apuntes, no el copiado literal, y se mostró convencido de que esta metodología sería eficaz para el aprendizaje de la materia en cuestión. No realizó ninguna actividad de laboratorio por el mal estado del mismo y por una cierta desconfianza en su efectividad. Al programar no se basó en los conocimientos previos de los alumnos y consideró que los conceptos fundamentales a enseñar eran los de nutrición autótrofa y fotosíntesis, en sus aspectos más globales, señalando que confiaba en que sus alumnos pudieran aprender bien estas nociones, a un nivel básico.

El tiempo dedicado al tema fue de 5 horas (5 sesiones), concentrándose el grueso de la exposición en la 2ª sesión y dedicándose el resto a introducción, aclaraciones y ejercicios.

En la exposición, reconstruida a partir de los apuntes tomados por los alumnos, frecuentemente casi literales, se detecta lo siguiente:

a. Algunas concepciones erróneas:

- La planta toma sustancias inorgánicas y orgánicas (humus) por la raíz.

- El CO_2 se disgrega en la fotosíntesis. El carbono se emplea para la fabricación de carbohidratos y el O_2 se libera. Esta idea, que tuvo una gran incidencia histórica en el debate científico de la fotosíntesis, ha pervivido en muchos casos en los libros de texto y en las explicaciones de los profesores.

- La planta respira por la noche o en ausencia de luz del sol.

b. Ideas confusas, énfasis u omisiones potencialmente inductoras de errores.

- Supervaloración del papel de la raíz como vía de entrada de sustancias, en detrimento de la función desempeñada por otras partes, como la hoja, en ese sentido.

- Ambigüedad en cuanto al papel de la luz, la energía...

– Excepto en el caso en que se refiere al CO₂ como fuente de C y de O₂ (concepción errónea), el profesor opta por referirse muy vagamente a su intervención en la fotosíntesis («consiste en la transformación de las sustancias minerales recogidas del suelo por la raíz en sustancias nutritivas u orgánicas, mediante la acción de la luz solar y del dióxido de carbono»).

– Por la forma de expresarlo en la explicación, lleva a los alumnos a la idea de que los cloroplastos están dentro de los plastos de la célula (dentro físicamente, no como un tipo de ellos, que es lo que el profesor quiso expresar).

– Se refiere indistintamente a los alimentos de la planta tanto como sustancias tomadas del exterior como a sustancias producidas en la fotosíntesis (alimentación autótrofa).

– Introduce términos referidos a conceptos que no se explican: ósmosis, plasto, cloroplasto, clorofila, capacidad energética, almidón, sustancia de reserva, fuente de energía, orgánico, inorgánico, sustancia nutritiva, sustancias minerales, sales minerales, etc.

– Con el conjunto de sus explicaciones puede inducir fácilmente a la idea, muchas veces presente en los alumnos, de la fotosíntesis como «un proceso de transformación de las sustancias tomadas por la raíz en sustancias nutritivas, en presencia de la luz».

Las ideas de los alumnos

El seguimiento de la evolución de los alumnos se ha podido hacer parcialmente, al contar tan sólo con ejercicios, exámenes, redacciones, etc. de algunos alumnos que los conservaban. No obstante, la combinación de esos datos con los obtenidos en el cuestionario general y en las entrevistas individuales permite señalar resultados interesantes.

En un ejercicio de redacción realizado inmediatamente después de la exposición del profesor sobre la fotosíntesis, en el que se pedía a los alumnos que escribieran sobre la importancia de la fotosíntesis (ejercicio realizado libremente en casa), se observa ya que desaparece por completo el CO₂ en sus descripciones de la fotosíntesis, excepto en dos alumnos que copian literalmente párrafos de enciclopedias. No se menciona, en cuanto a su importancia, el papel de la fotosíntesis como mecanismo de

fabricación de alimentos para las plantas; sí se hacen referencias a su incidencia en la purificación del aire.

Los resultados más notables obtenidos del análisis de las respuestas al cuestionario son los siguientes:

a. El nivel medio de aciertos válidamente justificados (opción elegida correctamente y justificación escrita aceptable), fue del 35%.

b. Respecto a los alimentos de las plantas, los alumnos opinan que:

	%
– Se alimentan de las sustancias que toman del exterior	44
– Se alimentan tanto de las sustancias que toman del exterior como de las fabricadas en la fotosíntesis	40
– Se alimentan tan sólo de los productos de la fotosíntesis	8
– No responden	8

c. Se denota una muy deficiente diferenciación entre los conceptos «orgánico» e «inorgánico».

d. La fotosíntesis es definida por lo general, parcialmente, en relación con alguna de sus componentes como:

	%
– Proceso en el que se produce una síntesis de materia orgánica, con captación de energía luminosa	56
– Intercambio gaseoso	20
– Captación de energía luminosa	16
– Síntesis de materia orgánica, con captación de energía luminosa e intercambio gaseoso	4
– No se define	4

e. El 60% de los alumnos piensa que las plantas respiran a todas horas, mientras el 20% cree que sólo lo hacen de noche, no respirando o haciéndolo muy poco cuando la planta está realizando la fotosíntesis. (el resto no

aportaba información al respecto en sus respuestas).

Las entrevistas permitieron matizar estos resultados y detectar otras ideas que no se habían hecho patentes hasta el momento:

a. Incluso los escasos alumnos con ideas bastante elaboradas respecto a la alimentación autótrofa, siguen empleando el término «alimento» en un doble sentido: como sustancias que las plantas toman del exterior y como aquéllas que se producen en la fotosíntesis.

b. Muy bajo nivel de diferenciación entre lo «orgánico», y lo «inorgánico», ratificando lo apreciado en el cuestionario. Es frecuente definir lo *orgánico* como *aquello que resulta imprescindible para la planta*. Por ejemplo: «El agua es una sustancia orgánica porque las plantas la necesitan para vivir» o «porque tienen dentro partículas vivas». «El abono es orgánico, porque le hace falta a la planta».

c. Ausencia de una conceptualización básica e inteligible sobre el papel de la luz y la energía en la fotosíntesis.

d. Igualmente, respecto al sentido de la respiración como proceso encaminado a la obtención de energía.

e. Vacío casi total en cuanto a la naturaleza y utilidad del dióxido de carbono. O bien no se menciona su intervención en la fotosíntesis (la definición tipo será: «la fotosíntesis es una transformación de las sustancias inorgánicas, agua y sales minerales, con ayuda de la luz solar, en sustancias nutritivas de las que la planta se alimenta»), o bien se obtienen respuestas como: «El dióxido de carbono lo toman del aire y luego sirve para la fotosíntesis, pero... no recuerdo para qué servía...».

Conclusiones

Haremos referencia en primer lugar a las conclusiones que se deriven más directamente de los datos analizados.

En cuanto a las ideas actuales de los alumnos, es de resaltar la escasa coherencia interna de las mismas. Existen conocimientos dispersos y mal organizados, empleándose con gran frecuencia términos que carecen de significación real para el alumno (inorgánico, sal mineral, energía solar, etc.). En la mayoría de los casos éstos han recurrido a sus más o menos vagos recuerdos de las explicaciones oídas y estudiadas durante el curso pasado, así

como a sus viejas concepciones personales sobre esta temática, a la hora de contestar el cuestionario o afrontar las entrevistas. De las explicaciones dadas por el profesor se han olvidado con mayor frecuencia aquellos datos o conceptos menos asimilables, por poseer una escasa o nula significatividad potencial, sobre todo en una situación didáctica como la exposición verbal tradicional, con una inexistente atención hacia los conocimientos previos de los alumnos y hacia el establecimiento de vínculos entre la antigua y la nueva información. Veamos, a título de ejemplo, lo ocurrido en relación al papel del dióxido de carbono en la fotosíntesis.

El profesor (erróneamente, lo que en este caso quizás sea lo menos importante) expone que el CO_2 se disgregará en la fotosíntesis, aportando el carbono para la formación de carbohidratos, y desprendiéndose oxígeno. Posteriormente, al describir el proceso completo, se refiere a la necesidad de la presencia del CO_2 y de la luz para que las sustancias inorgánicas tomadas por la raíz se transformen en sustancias orgánicas nutritivas. Se está apoyando así la idea muy generalizada entre los niños de que las plantas toman sus «alimentos» del suelo, siendo el principal de estos alimentos las sales minerales, cuando es bien sabido que éstas tienen un papel importante, pero cuantitativamente secundario, ya que los principales nutrientes serán el agua (considerada frecuentemente en las explicaciones y textos como un mero disolvente de las sales) y el dióxido de carbono. La referencia del profesor al CO_2 como fuente de carbono y de O_2 no es retenida significativamente, pues carece de referentes anteriores en los alumnos, ¿Para qué hace falta carbono? ¿Existe la idea de elemento químico o que la composición del cuerpo de un ser vivo y la de sus alimentos o nutrientes debe guardar una relación? La respuesta es negativa. En general estos alumnos carecen de conceptualizaciones adecuadas sobre lo que es inorgánico u orgánico, la composición química de un cuerpo, el cambio químico, la formación de sustancias complejas a partir de otras más sencillas, etc., etc. ¿Qué sentido tiene entonces informar, por los medios que sea, a un alumno de 6° de básica sobre la importancia del dióxido de carbono para las plantas verdes?.

Se observa, pues, una inadecuada selección de los contenidos, junto a otros errores didácticos, como son el apresuramiento y la falta de atención a los procesos constructivos del alumno.

Debe resaltarse también, por otra parte, la negativa influencia del ambiguo concepto biológico de «alimento» en el caso de los vegetales. De acuerdo con la definición de nutrición autótrofa, *los alimentos de las plantas verdes son los productos orgánicos de la fotosíntesis*. Sin embargo, es también muy frecuente la denominación de alimentos para aquellos nutrientes que la planta obtiene de su entorno. Por otra parte, se dice que los seres heterótrofos se caracterizan porque no han de producir sus alimentos, sino que los toman del medio ya elaborados, cuando es bien sabido que si restringimos el uso del término alimento exclusivamente para referirnos a las sustancias orgánicas empleadas por el ser vivo en el catabolismo celular, también los animales realizan generalmente procesos de transformación de las sustancias que toman del exterior a fin de poder emplearlas como alimento en las células. Así pues, a la dificultad intrínseca del tema de la nutrición vegetal se añaden otras que proceden de la propia Biología.

Todo lo anterior nos reafirma en la necesidad de profundizar en los procesos de construcción conceptual de las nociones concretas escolares y de diseñar procesos de enseñanza-aprendizaje bien fundamentados y, por ello, eficaces. En esta línea, estamos realizando en la actualidad una serie de estudios de casos orientados hacia la experimentación de diseños alternativos para la enseñanza de esta temática a lo largo de la E.G.B.

Anexo 1: Cuestionario sobre la nutrición vegetal

1. Las plantas verdes hacen la fotosíntesis durante el día y respiran por la noche.
2. Los abonos son alimento para las plantas verdes, pues éstas pueden tomar materia orgánica del suelo por las raíces.
3. Las plantas verdes se alimentan de las sustancias orgánicas que ellas mismas han fabricado mediante la fotosíntesis, a partir de sustancias inorgánicas y de la energía del sol.
4. Las plantas verdes respiran mientras están haciendo la fotosíntesis.

5. Las plantas verdes no hacen la digestión de las sustancias que toman del medio (salvo en el caso de las plantas carnívoras).

6. La fotosíntesis es muy parecida a la respiración de los animales.

7. Los alimentos de las plantas verdes son una serie de sustancias inorgánicas que éstas toman por las raíces y por los estomas de las hojas.

8. Las plantas respiran en la luz y en la oscuridad.

9. Las semillas están vivas. Se alimentan y respiran.

NOTA. Los alumnos debían realizar una apreciación sobre la veracidad o falsedad de cada ítem y justificar el juicio realizado en un espacio reservado a tal fin a continuación de cada cuestión.

REFERENCIAS

- ASTUDILLO, H.; GENE, A.M. (1984). Errores conceptuales en biología. La fotosíntesis de las plantas verdes. *Enseñanza de las Ciencias*, 2 (1): 15-16.
- BELL, B. (1985). Students' ideas about plant nutrition: What are they? *Journal of Biological Education*, 19 (3): 213-218.
- CAÑAL, P.; RASILLA, C. (1986). Une étude sur le niveau de structuration des concepts photosynthèse et respiration des étudiants de l'Ecole Normale. *Feuilles d'Épistémologie appliquée et de Didactique des Sciences*, 8: 39-44.
- GARCIA, J.E.; CAÑAL, P.; Porlán, R. (en prensa). *Enciclopedia de Educación*. Planeta.
- RUMELHARD, G. (1985). Quelques représentations a propos de la photosynthèse. *Aster*, 1: 37-66.
- SIMPSON, M.; Arnold, B. (1982). The inappropriate use of subsumers in biology learning. *European Journal of Science Education*, 4 (3): 173-182.
- SIMPSON, M.; ARNOLD, B. (1982). Availability of prerequisite concepts for learning biology at certificate level. *Journal of Biological Education*, 16 (1): 65-72.
- SMITH, E.L.; ANDERSON, C.W. (1984). Plants as producers: a case study of elementary science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 21 (7): 685-698.
- STAVY, R.; EISEN, Y.; YAAKOBI, D. (1987). How students aged 13-15 understand photosynthesis. *International Journal of Science Education*, 9 (1): 105-115.
- WANDERSEE, J.W. (1983). Students' misconceptions about photosynthesis: a cross-age study. En H. Helen y J. Novak (eds) *Proceedings of the international seminar: Misconceptions in Science and Mathematics*. Ithaca, N. Y. Cornell University.

SUMMARY

In this report it is analyzed the teaching/learning process, that students of 7th of E.G.B. followed when they were in the 6th about the topic plant nutrition; and are tested the ideas students have actually, (a year later), about this. An educational interpretation of the findings are also included.

RESUME

On analyse le processus d'enseignement-apprentissage suivi l'année antérieure, dans une classe de 6e de EGB, se basant sur ensemble de thèmes ayant trait à la nutrition végétale. On y vérifie l'état des idées des élèves sur le sujet, une année après, procédant à une interprétation didactique des résultats obtenus.