



¿Aprendemos los profesores en la forma en la que pretendemos enseñar?

S. Palacios (*)

M. A. Hueto

P. Bacas

RESUMEN

Con este trabajo presentamos una actividad dirigida a la formación del profesorado cuyo planteamiento pretende ser coherente con el modelo de aprendizaje que se propone para los alumnos. Al final del mismo hacemos una valoración cualitativa acerca de la implicación y aceptación del modelo por parte de los profesores participantes en esta actividad.

PALABRAS CLAVE

Cambio conceptual, Coherencia, Secuenciación, Ciencia Escolar, Actitudes.

Introducción

Nuestro trabajo como asesores de formación del profesorado consiste en favorecer el desarrollo profesional de los docentes. Consideramos que es necesario que los profesores reconozcamos que toda práctica docente lleva implícito un modelo de enseñanza/aprendizaje.

Las últimas investigaciones en didáctica de las ciencias y psicología del aprendizaje propugnan modelos de instrucción por cambio conceptual, basados en la teoría constructivista de la adquisición del conocimiento.

La presentación de estos modelos la realizamos simultáneamente al propio desarrollo de la actividad de formación, que puede así servir de ejemplo de diseño constructi-

(*) B° del Pilar 7. Burgos



vista de instrucción por cambio conceptual. De esta forma puede valorar la potencialidad de este modelo y las posibilidades de realizar un cambio metodológico.

A través del trabajo que se desarrolla en la actividad de formación presentamos características que consideramos fundamentales y que son comunes a los modelos de cambio conceptual:

- La importancia de las ideas previas o esquemas alternativos de los alumnos. Estas ideas son "construidas" para explicar los fenómenos naturales y, en muchos casos, difieren de la ciencia escolar.
- Las condiciones necesarias para que se produzca cambio conceptual. El aprendizaje de las Ciencias debe concebirse como una transformación de dichas ideas en concepciones científicas. Ahora bien, ese cambio no consiste en reemplazar unas ideas por otras, sino que debe haber una conexión genética entre las teorías espontáneas del alumno y la teoría científica (Pozo, 1989). Para que el alumno cambie su teoría es necesario que sea consciente de sus propias ideas, se enfrente a situaciones conflictivas que supongan un reto para las mismas y que disponga de una teoría alternativa *-la visión escolar científica-* que le explique un mayor número de fenómenos.

Los profesores, asistentes a actividades de formación, reconocen, identifican problemas de enseñanza/aprendizaje de las ciencias. Al igual que hemos señalado en el caso de los alumnos para promover el cambio conceptual en las teorías educativas de los profesores, es necesario que conozcan una teoría alternativa que, siguiendo a Lakatos, debe tener un mayor poder explicativo, un exceso de contenido empírico y por ello resultarles *más rentable*.

Para esta experiencia elegimos el proyecto CLIS sobre Nutrición de las Plantas, por las siguientes razones:

- La enseñanza de este tema (impartido en los distintos niveles educativos) es reconocida como problemática por los profesores.
- Es un tema sobre el que se han realizado numerosos estudios. Existe, por tanto, suficiente documentación tanto sobre las ideas de los alumnos como sobre estrategias de aprendizaje para promover el cambio conceptual.
- Presentamos un trabajo elaborado por un equipo de profesores e investigadores, experimentado en el aula y valorado. Tiene, pues, todas las características de un trabajo de investigación, con ello queremos favorecer un cambio en la concepción científica y empírica de la educación de los docentes.

Descripción de las actividades

En las actividades de formación que realizamos con profesores de Ciencias el Ciclo Superior de E.G.B. y Enseñanzas Medias, intentamos alternar los encuentros con los profesores con trabajos de aplicación en el aula.

El plan de trabajo se estructura en torno al tratamiento de dos problemas:



I ¿Coinciden las ideas de los alumnos sobre la nutrición de las plantas con las ideas científicas?

Mediante este problema tratamos de poner de manifiesto que los alumnos poseen ideas previas sobre el tema que persisten en los diferentes niveles educativos y que difieren de los conceptos científicos.

También pretendemos que los profesores realicen una reflexión sobre el origen y las características de las ideas previas de los alumnos y que conozcan, experimenten y valoren las distintas técnicas para su detección.

Para ello realizamos las siguientes actividades:

- Analizar distintos materiales de aula -cuestionarios, posters, mapas conceptuales-elaborados por alumnos de diferentes niveles de enseñanza, con el fin de detectar las ideas previas sobre el tema.
- Comparar los datos obtenidos del análisis anterior con los aportados por los estudios realizados sobre este tema, Wandersee (1983), Astudillo y Gené (1984), Cañal y Rasilla (1986), Proyecto CLIS (1988), Cañal y García (1988), para llegar a caracterizar la naturaleza de las concepciones espontáneas de los alumnos.
- Debatir las ventajas e inconvenientes de las distintas técnicas para detectar las ideas de los alumnos, experimentarlas y valorarlas.

II ¿Cómo conseguir que los alumnos cambien sus ideas aproximándolas a los conceptos científicos?

El objetivo implícito de este problema es presentar un modelo de instrucción por cambio conceptual. Las actividades están programadas para favorecer la reflexión y debate sobre las siguientes cuestiones:

- La necesidad de que los alumnos sean conscientes de sus ideas previas y las hagan explícitas.
- ¿Son las situaciones de conflicto por sí mismas suficientes para que cambien las ideas previas de los alumnos o por el contrario es necesario, además, presentarles teorías alternativas -una "visión escolar científica", adecuada a su nivel de desarrollo-, para promover dicho cambio?
- Si el cambio conceptual puede conseguirse en un único tratamiento del tema o es necesario planificar el currículum de forma cíclica.

Para abordar este problema realizamos las siguientes actividades:

- Indicar, en grupo, propuestas de métodos didácticos a emplear para conseguir un cambio en las ideas de los alumnos.
- Analizar y valorar un programa de actividades -adaptado del proyecto CLIS para la enseñanza/aprendizaje de La Nutrición de las Plantas (Anexo).
- Categorizar las etapas a seguir en cualquier en una secuencia de actividades tendente a promover el cambio conceptual.
- Experimentar, analizar y valorar las distintas estrategias de enseñanza (elaboración de posters y mapas conceptuales, debates, trabajo escrito, trabajos prácticos) y los objetivos didácticos que permiten cubrir cada una de ellas.



Análisis y conclusiones

Una primera conclusión del análisis de los datos puede ser que la misma actividad es interpretada de forma distinta según el punto de partida del profesor participante.

Al realizar esta experiencia hemos observado actitudes en los profesores que podemos categorizar en los siguientes niveles:

- 1º Reproducción del programa de actividades de forma mecánica y acrítica, considerándolo como "la receta milagrosa" que soluciona los problemas (*"ya tengo las prácticas y me han enseñado a hacerlas"*).
- 2º Planteamiento y dinámica de trabajo en el que subyace un empirismo ingenuo lo que origina una decepción ante la falta de aprendizaje de conceptos (*"a pesar de haber realizado las experiencias, en los exámenes siguen contestando mal"*). Sin embargo valoran positivamente los "efectos secundarios" del cambio en la dinámica del aula: clima general más favorable, actitud más positiva de los alumnos, etc.
- 3º Comprensión e interiorización del modelo propuesto, lo adaptan al suyo propio y lo desarrollan dentro de sus posibilidades
- 4º Replanteamiento de su propio modelo y cambio en su actitud didáctica; esta situación se da en profesores que han participado de forma continuada en actividades de formación.

Otra conclusión es que se da una mayor aceptación entre profesores que han realizado frecuentemente experiencias de laboratorio, que conocen las limitaciones del trabajo experimental y que dominan los conocimientos científicos sobre la nutrición de las plantas. En este caso se da un cambio en las concepciones del profesorado sobre el aprendizaje, comenzando a valorar las aportaciones de la psicología y de la investigación educativa para su práctica docente.

A los profesores sin experiencia en trabajo de laboratorio y con problemas de conocimiento científico les resulta interesante la profundización y el conocimiento de los conceptos científicos y de las técnicas del trabajo experimental. En este caso se consigue una primera aproximación a una concepción de la ciencia más abierta, menos dogmática, más acorde con la epistemología.

Como valoración de estas experiencias podemos concluir que permiten avanzar en los siguientes aspectos:

- Favorecen una aproximación entre la teoría didáctica y la práctica docente. Los profesores, que reconocen la dificultad de la enseñanza del tema, suelen achacarla a factores externos (deficiencias en la instrucción en otros niveles de enseñanza). Al ponerse de manifiesto la existencia de esquemas alternativos en los alumnos y comprobar que sus propios alumnos poseen similares esquemas, reconocen la necesidad de conocer y beneficiarse profesionalmente de las aportaciones de la psicología, la epistemología y las didácticas específicas.
- El proporcionar a los profesores materiales, actividades y estrategias didácticas que puedan experimentar en sus aulas y valorar conjuntamente hace viable la introducción de innovaciones en la práctica docente. También facilita la reflexión sobre la fundamentación teórica.

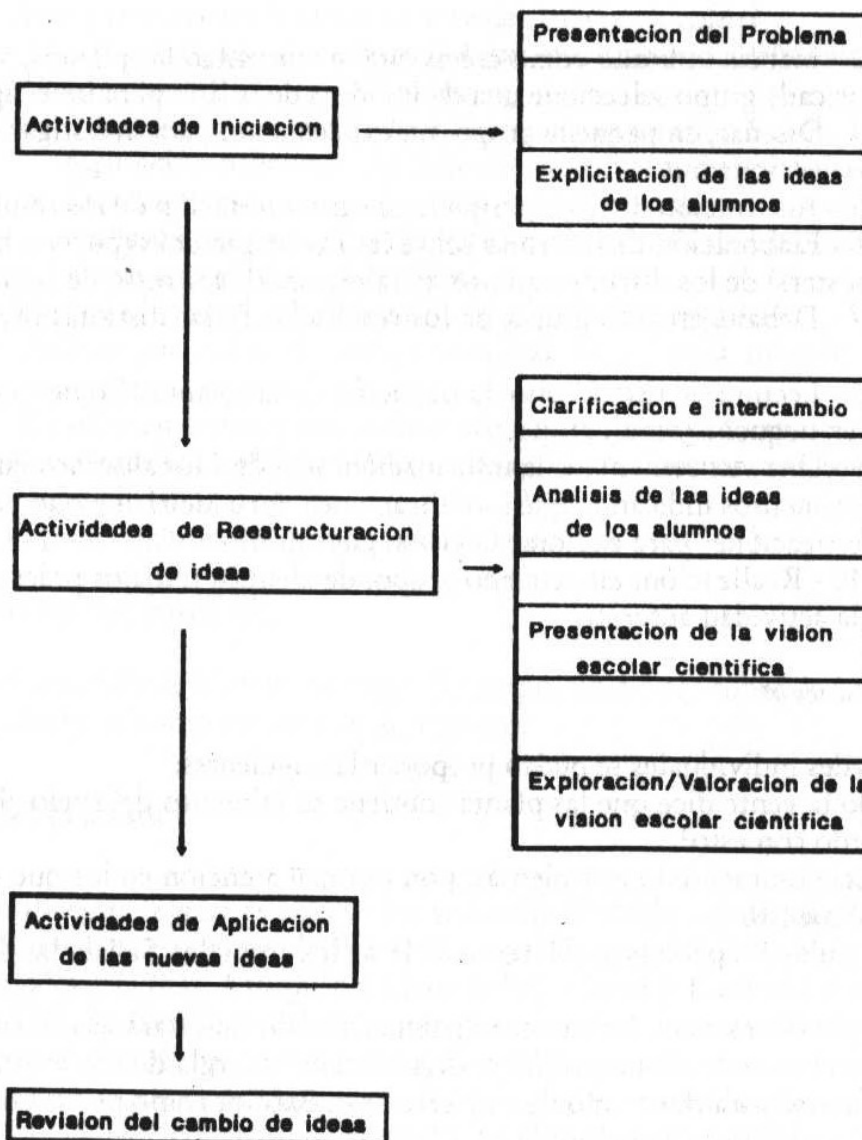


- Conocer la potencialidad de otros modelos de enseñanza favorece la elaboración de sus propios materiales; la fundamentación teórica de su práctica docente puede ser el comienzo de un proceso de investigación de lo que ocurre en sus aulas.

Esta forma de trabajo pensamos que permite a los profesores aprender aprendiendo. Se hace patente la importancia de los contenidos concretos en la comprensión de la fundamentación teórica de los modelos de instrucción, permitiendo una generalización posterior y la adquisición de conocimiento funcional.

ANEXO

LA NUTRICION DE LAS PLANTAS
ESQUEMA DE LA SECUENCIA DE ACTIVIDADES



ADAPTACION DEL PROYECTO CLIS



Programa de actividades para el alumno

Actividades de iniciación

Mediante distintas estrategias -haciendo referencia a la nutrición del hombre y los animales, presentando una plántula y una planta crecida etc.- el profesor propone a los alumnos el siguiente problema

¿Cómo se alimentan las plantas?

Actividad 1 - Después de debatir en pequeño grupo el problema, elaborar un poster para ilustrar vuestras respuestas.

Actividad 2 - Exposición, en gran grupo, de los distintos posters y confección de una lista con las distintas ideas.

Actividades de reestructuración de ideas

Actividad 3 - Habéis indicado como creéis que se alimentan las plantas, se trata ahora de que cada grupo seleccione una de las ideas de la lista para investigarla.

Actividad 4 - Diseñar, en pequeño grupo, un experimento para investigar la idea que habéis seleccionado.

Actividad 5 - Realización de los experimentos e interpretación de los resultados.

Actividad 6 - Elaboración de informes sobre las investigaciones (pueden hacerse mediante posters) de los distintos grupos, para exponerlos al resto de la clase.

Actividad 7 - Debate, en gran grupo, de los resultados de las distintas investigaciones.

Actividad 8 - Lectura de textos sobre la nutrición de las plantas. Comentar la información en pequeño y gran grupo.

Actividad 9 - Una vez comentada la información, se pide a los alumnos que revisen sus experimentos indicando qué modificaciones introducirían y que sugieran nuevas investigaciones para explorar la visión científica.

Actividad 10 - Realización, en pequeño grupo, de algunos trabajos prácticos sugeridos en la actividad anterior.

Actividades de aplicación

Como actividades individuales se pueden proponer las siguientes:

- A menudo la gente dice que las plantas obtiene su alimento del suelo ¿Estás o no de acuerdo con esto?.

Explica cuidadosamente lo que piensas, pon especial atención en los que significa para ti alimento.

- La nutrición de las plantas es diferente de la de los animales. Señala las diferencias.

- Suponte que tienes estos 5 alimentos: patatas, zanahorias, naranjas, carne y leche. Si tu tuvieras esta alimentación podrías obtener energía de ella y esta energía podría usarse para que te movieras y crecieras. Explica como puede enlazarse esta energía con la energía del sol.



- Analiza la siguiente situación, indicando si consideras correcta la actuación de esta persona y justificando la respuesta.

Una persona se dispone a dormir en una habitación donde también duerme un gato y en donde hay una planta.

Antes de irse a dormir, saca la planta de la habitación pensando que no es bueno dormir junto a ella pues consume oxígeno en la respiración. El gato duerme en la habitación.

Como actividades para realizar en grupo pueden proponerse las siguientes:

- Maria tiene una planta viva en una jarra de agua en la repisa de su ventana desde hace un mes y se maravilla de que su planta pueda alimentarse.

¿Cómo explicaríais eso a Maria?

- En un libro de ciencia-ficción un malvado amenazaba con rociar el campo con un producto químico que destruiría la clorofila. El malvado sabía que si se destruía la clorofila las plantas morirían.

¿Por qué morirían las plantas si se destruía la clorofila?

- Unos investigadores realizan el experimento que describimos a continuación, y obtienen los siguientes resultados:

- Ponen en un recipiente herméticamente cerrado un ratón que dispone de alimentación suficiente. Al cabo de cierto tiempo el ratón aparece muerto.
- En otro recipiente igual, también herméticamente cerrado, ponen un ratón y una planta a la que llega suficiente cantidad de luz. En este recipiente no mueren ni el ratón ni la planta.

Explicar los resultados obtenidos por estos investigadores.

- Indicar por qué la clorofila es esencial incluso para animales carnívoros como los leones.

- La selva amazónica está amenazada actualmente por explotaciones petrolíferas, carreteras etc.. Se ha formado un comité para intentar protegerla, con el que colabora el cantante Sting.

Exponer argumentos para ayudar al comité de protección.

Revisión del cambio de ideas

Actividad : Elaborar, en pequeño grupo, un poster sobre como se alimentan las plantas y compararlo con el primero.

Guía del profesor

La nutrición vegetal es uno de los temas de Biología donde más se han investigado las ideas previas, esquemas alternativos o representaciones de los alumnos. Los estudios de Wandersee (1983), Astudillo y Gené (1984), Cañal y Rasilla (1986), Proyecto CLIS (1988), Cañal y García (1988), entre otros, ponen de manifiesto las diferencias entre las representaciones de los alumnos y los conceptos científicos.

Podemos resaltar, de entre todas las dificultades reseñadas, las siguientes:

- El *ambiguo* concepto de alimento en el caso de los vegetales. De acuerdo con la definición de nutrición autótrofa, los alimentos de las plantas verdes son los pro-



ductos orgánicos de la fotosíntesis. Sin embargo, para los alumnos, los alimentos de las plantas son considerados como algo que captan del exterior -agua, sales minerales, luz etc.-.

- Los alumnos conciben la respiración como intercambio de gases - se absorbe oxígeno y se desprende dióxido de carbono -. Por lo tanto si en la fotosíntesis se absorbe dióxido de carbono y se desprende oxígeno, es "lógico" que consideren que la fotosíntesis es en las plantas el proceso equivalente a la respiración en los animales o que las plantas realizan la fotosíntesis durante el día y respiran por la noche.
- Algunos alumnos llegan a señalar que las plantas necesitan energía para vivir; otros, sin embargo, encuentran dificultades para comprender el papel de la energía en la vida de las plantas ya que asocian la energía con las cosas en movimiento.

Pero en cualquiera de los dos casos - y aun refiriéndose a la respiración de los animales como un proceso de combustión de sustancias energéticas para obtener energía - puesto que las plantas verdes son capaces de absorber la energía de la luz, llegan a la "conclusión" de que las plantas no necesitan obtener energía degradando compuestos energéticos (no necesitan respirar) mientras se encuentran en presencia de la luz.

Los profesores debemos ser conscientes de estas dificultades a la hora de diseñar estrategias de aprendizaje, tener en cuenta los procesos constructivos de los alumnos y darles tiempo y oportunidades para reestructurar sus ideas aproximándolas a las concepciones científicas. Tampoco podemos pretender que los alumnos construyan una concepción de la Nutrición de las Plantas acorde con la visión científica en un año, ya que nos encontramos ante un tema cuya comprensión supone la interrelación de conceptos complejos, interrelación que sólo puede realizarse de una forma progresiva.

Comentario a las actividades

Actividades de iniciación

Comentarios 1 y 2. Con estas actividades se pretende que los alumnos manifiesten sus ideas sobre la nutrición de las plantas.

En la puesta en común se trata de favorecer la primera contrastación entre sus diferentes ideas.

Suelen surgir dos conceptos de alimento:

- Alimento como sustancias que se toman del exterior.
- Alimento como sustancias fabricadas por las plantas.

El profesor deberá animar a los alumnos a que intenten expresar claramente sus ideas.

Actividades de reestructuración de ideas

Comentario 3. El profesor deberá ayudar a los alumnos a seleccionar las ideas para la investigación potenciando, si es necesario, la diversidad.



Comentario 4. El profesor suministra a los grupos hojas de trabajo para ayudar a los alumnos a que se centren en aspectos importantes del experimento diseñado:

- Variable que va a ser analizada.
- Efecto del cambio de esta variable que se mide.
- Cómo será el efecto de otras variables tomadas en consideración.
- Materiales que se necesitan.

También ofrecerá ayuda a los alumnos cuando se la pidan, pero dejando siempre que sean ellos los que diseñen el experimento, ya que se trata de que aprendan de sus propias experiencias más que de proporcionarles un diseño adecuado.

Comentarios 5, 6 y 7. Con estas actividades no se pretende que los alumnos cambien sus ideas sobre la nutrición de las plantas por la visión escolar científica -muchas veces los resultados de sus experimentos les sirven para confirmarlas-. Ahora bien al ser analizados por toda la clase los resultados obtenidos por cada grupo surgen diferentes interpretaciones de los mismos y motivan en los alumnos la necesidad de buscar información sobre el tema.

Comentario 8. Con esta actividad se trata de presentar los conceptos de fotosíntesis, respiración, alimento etc... según la visión escolar científica.

Si consideramos que el conocimiento científico no se alcanza por inducción a partir de las observaciones y datos recogidos, sino que las observaciones y la interpretación de los resultados dependen de la teoría, no podemos pretender que los alumnos lleguen a cambiar sus ideas por unos resultados "contradictorios" con las mismas, sino que ellos los analizarán e interpretarán según sus "teorías". Será necesario presentarles teorías alternativas que les sean más rentables (les expliquen un mayor número de fenómenos).

Comentarios 9 y 10. Se trata con estas actividades de que los alumnos exploren la visión escolar científica.

El profesor deberá ayudar a los alumnos, tanto en el trabajo en grupo como en la puesta en común, a interpretar los resultados relacionándolos con sus ideas previas y con la visión científica.

Actividades de aplicación

Con estas actividades se trata de que los alumnos usen sus nuevas ideas en diversas situaciones, con el fin de que las nuevas concepciones se consoliden y refuerzen.

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.
- CAÑAL, P.; GARCIA, S. (1987). La nutrición vegetal, un año después. Un estudio de caso en 7º de E.G.B. *Investigación en la Escuela*, 3: 55-61.





- CAÑAL, P.; RASILLA, C. (1986). Une étude sur le niveau de structuration de concepts photosynthèse et respiration des étudiants de l'Ecole Normale. *Feuilles d'Epistemologie appliquée et de Didactique des Sciences*, 8: 39-44.
- CHILDREN'S LEARNING IN SCIENCE PROYECT (CLIS). *CLIS in the Classroom Approaches to Teaching*. Centre for Studies in Science nad Mathematics Education, University of Leeds, Leeds.
- DRIVER, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (2): 109-120.
- NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Martínez Roca: Barcelona.
- POZO, J. I. (1987). *Aprendizaje de las ciencias y pensamiento causal*. Visor: Madrid.
- POZO, J. I. (1989). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Morata: Madrid.
- SERRANO, T.; BLANCO, A. (1988). *Las ideas de los alumnos en el aprendizaje de las ciencias*. Apuntes I.E.P.S. Narcea: Madrid.
- WANDERSEE, J. W. (1983). Students' misconceptions about photosynthesis: a cross study. En H. HELEN Y J. NOVAK (eds.) *Proceedings of the international seminar: Misconceptions in science and mathematics*. Itaca. N. Y. Cornell Univ.