

INVESTIGACIONES Y EXPERIENCIAS

UN EJEMPLO DE INVESTIGACIÓN-REFLEXIÓN EN LA FORMACIÓN
DE PROFESORES

MAXIMILIANO RODRIGO VEGA (*)

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, dos de los temas que acaparan la atención dentro del ámbito educativo son la Reforma Curricular y la necesidad de «superar metodologías tradicionales» centradas en el profesor.

El primero es especialmente relevante en el campo de la Formación Inicial del Profesorado de EGB, ya que se mantiene un Plan de Estudios Experimentales desde hace dos décadas, en el que se manifiestan, entre otros aspectos, una total separación entre los contenidos científicos y didácticos.

El segundo es básico en todos los niveles de enseñanza y reviste un interés especial en la Formación Inicial y Permanente del Profesorado de Educación Primaria y Secundaria Obligatoria. Sin duda, este profesorado será el responsable directo de llevar a buen término la Reforma Educativa en sus respectivos niveles y su propia concepción del proceso de aprendizaje marcará su actuación real en el aula. Así, pues, sería contradictorio que las «renovaciones curriculares» no afectasen profundamente las instituciones que canalizan la Formación Inicial y Permanente del Profesorado.

En este contexto, y desde la condición de Formadores de Maestros será necesario trabajar en propuestas de enseñanza-aprendizaje en las que se integren elementos como:

- Las demandas del Currículum. Base para cada nivel, ciclo o área respectiva.
- Las necesidades de paliar importantes deficiencias cognoscitivas, así como la escasez de preparación en la realización y diseño de actividades-experimentales con las que se manifiestan nuestros alumnos.

(*) Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad Complutense, Madrid.

- Las demandas estrictamente profesionales de los futuros maestros que necesitan conocer estrategias y modos de hacer que sean útiles para su futuro profesional.

En esencia, en nuestro campo científico que es el de la Didáctica de las Ciencias Experimentales, cualquier propuesta que suponga el diseño de modelos de enseñanza-aprendizaje en los que se integren conocimientos científicos, así como experiencias y estrategias didácticas creemos que deberá ser tenido en consideración. Lógicamente, todo ello basado en un modelo constructivista de aprendizaje de las Ciencias, ya que la investigación educativa está evidenciando, cada vez con mayor precisión, su validez como marco de referencia en el proceso educativo (Driver, 1986 y 1987; Furió y Gil, 1989; Gil, 1985).

En los últimos años, en el campo de la Didáctica de las Ciencias Biológicas, numerosos investigadores han estudiado las ideas previas con las que los alumnos se enfrentan al aprendizaje (Giordan, 1987; Jiménez Aleixandre, 1987); sin embargo, creemos que se debe ir más allá e intentar diseñar experiencias educativas en consonancia con lo anteriormente expuesto.

En concreto, la experiencia que aquí presentamos pretende acercarse a los presupuestos anteriores. Para ello hemos elegido, dentro de la temática energética presente en el campo de las Ciencias, al trabajar en torno a una parte de ella: la fotosíntesis. No se ha pretendido llegar al límite de los conocimientos del tema, sino aprovechando los más importantes, diseñar acciones de enseñanza-aprendizaje que integren procesos de investigación, reflexión y puesta en común (entre otros).

La innovación básica que se propone reside en integrar diversos tratamientos didácticos desde la perspectiva de creación de futuros docentes.

La muestra de alumnos con la que se llevó la experiencia a cabo fue de 36, todos ellos estudiantes de Magisterio de tercer curso durante el año 1987-1988.

OBJETIVOS Y METODOLOGÍA DE TRABAJO

Con el fin de sentar unas líneas que dirigieran nuestra experiencia nos propusimos, en consonancia con los planteamientos iniciales, los siguientes objetivos de tipo general:

- Trabajar con nuestros alumnos un tema científico desde la perspectiva de la investigación-reflexión.
- Avanzar en el diseño, manejo de aparatos y útiles de trabajo experimental, todo ello con una proyección profesional.
- Avanzar en el diseño, manejo de aparatos y útiles de trabajo experimental, todo ello con una proyección profesional.

La propuesta concreta con la que hemos perseguido los objetivos expuestos se esquematiza en la Tabla 1 y en ella podemos establecer los siguientes momentos:

- Primeramente (véase I. A. en la Tabla 1), junto con una introducción al tema de trabajo, se efectúa un análisis de conocimientos previos.
- Seguidamente (véase I. B. y I. C. en la Tabla 1), de acuerdo con los resultados obtenidos en I. A., se realiza un planteamiento de investigación en pequeños grupos, que se enfrentan a cuestiones básicas relacionadas con el tema y elegidas cuidadosamente como veremos más adelante.
- Por último (véase I. D. e I. E. en la Tabla 1), se extraen conclusiones de lo investigado, se intenta dar explicaciones a los principales interrogantes científicos y se efectúa una evaluación final de todo el proceso de enseñanza-aprendizaje.

TABLA 1

Esquematización general de la experiencia objeto de este artículo

I. A.

EXPLORACIÓN INICIAL DE LOS CONCEPTOS



I. B.

REPARTO DE CUESTIONES (TRABAJO EN PEQUEÑOS GRUPOS)

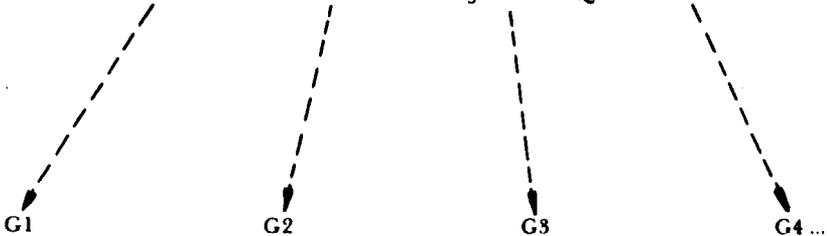


TABLA 1 (continuación)

I. C.

ESTUDIO DEL PROBLEMA Y REALIZACIÓN DE UN DISEÑO INVESTIGADOR

I. D.

REALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN Y PUESTA EN COMÚN

(COORDINACIÓN POR PARTE DEL PROFESOR)

- Elaboración de un informe para el profesor.
- Elaboración de un mural-resumen del trabajo.
- Puesta en común y «aspectos científicos del tema».

I. E.

EVALUACIÓN

Pasamos seguidamente a analizar y discutir el desarrollo de la experiencia, para ello dividiremos ésta en tres fases.

ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA

Fase de estudio de conocimientos previos

En primer lugar, estudiamos las concepciones previas con que los alumnos se van a enfrentar al aprendizaje. Desde los trabajos de Viennot (1976) han proliferado estudios de este tipo que han servido como instrumentos de crítica de la enseñanza tradicional. Por otro lado, son básicos para confeccionar propuestas educativas en torno a la idea de aprendizaje como cambio conceptual (Driver y Oldham, 1986; Posner *et al.*, 1982).

TABLA 2

Características y respuesta al cuestionario de análisis de conocimientos previos sobre el tema de trabajo

MUESTRA: - Número de alumnos (36).
 - Tiempo transcurrido desde que estudiaron el proceso tres y cuatro años.

I. 1 SEÑALA CON UNA CRUZ EL ASPECTO MÁS IMPORTANTE DEL PROCESO.

	<u>% ACIERTOS</u>
A - Desprender CO ₂	13
B - Desprender H ₂ O	0
▶ C - Desprender O ₂	78
D - Ninguno de los anteriores	9

I. 2. RESPONDE CON VERDADERO (V) O FALSO (F).

	<u>% ACIERTOS</u>
A - Todas las plantas realizan la función de fotosíntesis	62
▶ B - La fotosíntesis y la respiración son procesos equivalentes	50
C - La fotosíntesis nunca se produce a la vez que la respiración	56
▶ D - Los únicos pigmentos fotosint. son las clorofilas	39

I. 3. SEÑALA CON UNA CRUZ LO CORRECTO.

LA FUNCIÓN FOTOSINTÉTICA:	<u>% ACIERTOS</u>
A - Debe realizarse con luz	41
B - Debe realizarse en oscuridad	0
▶ C - Puede realizarse parte con luz y parte en oscuridad	59
D - Nada de lo anterior es correcto	0

TABLA 2 (continuación)

I. 4	ENUMERA LOS ELEMENTOS QUE NECESITAN LAS PLANTAS VERDES PARA REALIZAR LA FOTOSÍNTESIS.	
	► Consideran <u>Luz - CO₂ - H₂O</u> conjuntamente	44 %

RESUMEN	<p>ALGUNOS ASPECTOS QUE SE DEBERAN TRABAJAR:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Cuál es el <i>objetivo final</i> de la fotosíntesis? - La <i>fotosíntesis</i> y su relación con la <i>respiración</i>. - ¿Qué <i>elementos</i> deben concurrir para que se dé el proceso? - La constatación y el significado de la existencia de <i>diversos tipos de pigmentos</i> fotosintéticos.
---------	--

En la Tabla 2 quedan reflejadas las respuestas y principales características del cuestionario de exploración inicial de conceptos relacionados con el tema de trabajo. El tipo de preguntas elegidas trataba de incidir en aspectos básicos del proceso. De la observación de esta Tabla se pueden obtener algunos datos de interés como los siguientes:

- a) De las respuestas a la pregunta I₁ se desprende una mayoritaria creencia de que lo más importante del proceso de fotosíntesis es «desprender oxígeno» (ignorando que es la síntesis de materia orgánica); incluso hay alumnos que consideran el CO₂ como producto resultante de la fotosíntesis (como se sabe ésta es una concepción errónea). Por otra parte, debe añadirse que matizaciones de este tipo ya han sido expuestas en estudios previos realizados por autores como Astudillo y Gene (1984).
- b) En cuanto a las respuestas ofrecidas a la pregunta I₂ merece la pena resaltar las que siguen:
 - Respecto a las respuestas B y C, se observa que la mitad de los alumnos con los que se realizó el trabajo confundían los conceptos de fotosíntesis y respiración y (podríamos decir) no conciben que puedan darse a la vez en seres vegetales. Asimismo esta oposición fotosíntesis-respiración ha sido puesta en evidencia por autores como Astudillo y Gene (1984).

A la hora de encontrar explicaciones a este hecho, al igual que al manifestado anteriormente referente al oxígeno, podríamos considerar las propuestas de autores como Kamii (1982), según las cuales, la tendencia a explicarse la vida de los animales y de las plantas a través de sus propias sensaciones llevaría a muchos alumnos a interpretar fenómenos como, por ejemplo, la fotosíntesis en función de lo que saben y sienten a través de su propio cuerpo. Luego, no parecería extraño que la obtención de oxígeno (fundamental para nuestra vida) debería ser «el fin último» del proceso fotosintetizador.

- En cuanto a las respuestas que aparecen en el apartado «D», ponen en evidencia una creencia generalizada de que los únicos pigmentos que entran en juego en el proceso son las clorofilas (pigmentos verdes). Es probable que el arraigo de esta concepción tenga su origen en la asociación planta verde-fotosíntesis, en la que se insiste frecuentemente en libros de texto.
- c) De las respuestas a la cuestión I₃, y especialmente a su apartado C, parece derivarse que la concepción académica de dividir el proceso en fase luminosa y oscura (Barceló *et al.*, 1987) parece que ha calado en una gran mayoría (59 por 100) de los alumnos. Sin embargo, esto contrasta con las respuestas ofrecidas a la cuestión I₄ que denotan que algo tan básico como citar «qué elementos necesitan las plantas verdes para realizar el proceso» no encuentra respuesta acertada para más de la mitad de los alumnos (56 por 100). Resultaría, pues, que hay datos básicos que son «desconocidos» y en cambio, sí, se poseen datos «más científicos» del proceso.

Como resumen del análisis de conceptos previos, se pueden observar en la Tabla 2 las principales cuestiones que guiaron la experiencia educativa que presentamos a continuación y en la que se intentan conjugar los procesos de investigación con los de reflexión.

Fase de diseños investigadores

La familiarización de los futuros profesores con las características del trabajo científico se propone como esencial en su proceso formativo (Furió y Gil, 1989). Asimismo es preciso que los futuros maestros rompan con conceptos simplistas del trabajo científico y se entrenen en la elaboración de hipótesis y en el diseño de experimentos (Gene y Gil, 1987). Por otra parte, se trataría de hacer coincidentes temas como pueden ser las preconcepciones, el cambio conceptual y el cambio metodológico a través de la familiarización con la metodología científica (Hashweh, 1986).

Esta fase, que describimos aquí, sería fundamental para la consecución de los fines educativos propuestos. En concreto, en la Tabla 3 quedarían resumidos los *diseños investigadores* que los alumnos llevaron a cabo. Un elemento cla-

TABLA 3

Resumen de las principales características de los diseños investigadores en torno al proceso fotosintético

GRUPOS	CUESTIÓN A INVESTIGAR	CONCEPTOS	NECESIDADES (Especiales)	TIEMPO aprox.
	¿Influye el agua sobre las plantas?	NUTRICIÓN	TRES PLANTAS EN MACETA	5 horas repart. en 1 sem.
4	¿Toman las plantas sustancias por las raíces?	INORGÁNICA DE LOS	PLANTAS SILVESTRES	4 horas en 4 d.
5	¿Existe relación entre las sustancias nutritivas minerales y el desarrollo de las plantas?	VEGETALES	SEMILLAS GERMINADAS	5 horas en 1 semana
6	¿Cómo responde la raíz y el tallo a la acción de la luz?	<i>La luz como elemento clave en el desarrollo de las plantas verdes.</i>	SEMILLAS GERMINADAS	5 horas en 8 d.
3	¿Poseen las plantas distintos tipos de pigmentos?	NUTRICIÓN FOTOSINTE. Pigmentos	HOJAS DE PLANTAS	4 horas en 4 d.
7	¿Influye la luz en la formación de alimento en las plantas?	Luz y formación de alimento.	TIESTO DE GERANIO	4 horas en 1 semana

TABLA 3 (continuación)

Resumen de las principales características de los diseños investigadores en torno al proceso fotosintético

GRUPO	CUESTIÓN A INVESTIGAR	CONCEPTOS	NECESIDADES (Especiales)	TIEMPO aprox.
9	¿Dónde se guarda el almidón producido en las hojas de las plantas?	Presencia de almidón en vegetales. -----	DISTINTOS ALIMENTOS	4 horas en 4 d.
2 y 8	¿Influye la luz y la concentración de CO ₂ en el desprendimiento de gases durante la fotosíntesis?	Rendimiento fotosintético.	PLANTAS ACUÁTICAS	4 horas en 4 d.

ve de ellos sería la elección de las «cuestiones problema» que inciten a cada grupo de alumnos a efectuar una investigación. Cada «cuestión» surge de la oportuna labor de reflexión por parte del profesor, en la que se tienen en cuenta los siguientes elementos:

- Las preconcepciones que los alumnos tienen sobre el proceso a estudiar.
- Las características históricas del conocimiento del proceso adquiridas en manuales, como el escrito por Asimov en 1984. Como igualmente, en parte, las propuestas de autores, por ejemplo, Wadbersee (1986) en las que se establece la relación del desarrollo histórico de los conceptos y su modelo de enseñanza-aprendizaje.
- Se busca que las «cuestiones problema» generen investigaciones fácilmente realizables en los centros escolares (no costosas ni en tiempo ni en material) y que puedan apoyarse en manuales de laboratorio fáciles de obtener (España Talón, 1984; García Velázquez, 1967...).
- Se intenta motivar a los alumnos para que diseñen experimentos, discutan datos, trabajen en grupo, etc. Actividades de importancia capital para su futuro.

La labor descrita para el profesor se completaría con la de asesoramiento y coordinación general de los grupos de trabajo.

Señalemos, por ejemplo, que al pretender estudiar el tema buscado sobre el aprendizaje de técnicas y modelos de actuación para los futuros maestros, nos pareció interesante dividir el trabajo en cuestiones esenciales en torno a los siguientes núcleos conceptuales (véase, también, la Tabla 3):

- La nutrición inorgánica del vegetal.
- la luz como factor clave para la vida vegetal.
- La nutrición fotosintética.

Cada grupo de alumnos ha de elegir entre siete cuestiones fundamentales, de tal manera que desde el primer momento se sientan identificados con el problema a resolver. Puede ocurrir (por ejemplo en el caso de los grupos 2 y 8) que a distintos grupos les motive una misma cuestión que cada cual trabajará por su cuenta. También se debe tener presente que los grupos oscilaron entre 3 y 5 componentes, ya que pensamos que un número inferior a tres o superior a cinco no favorecería la dinámica del trabajo planteado.

Los trabajos que han de realizar los grupos se concretan de dos maneras:

- Por un lado, deben presentar al profesor un «informe» del desarrollo de la investigación en el que queden recogidos los aspectos fundamentales de su trabajo, incidencias, etc... (véase por ejemplo el que se presenta en la figura 1). Este servirá como uno de los elementos de evaluación del proceso.

FIGURA 1

Informe del trabajo de investigación del grupo 7

INFORME

GRUPO 7

El motivo de esta investigación es ver cómo influye la luz en la formación de alimento en las plantas.

HIPÓTESIS

En la investigación hemos establecido la siguiente hipótesis: «Con luz se forma alimento en las hojas de las plantas verdes.»

EXPERIMENTACIÓN

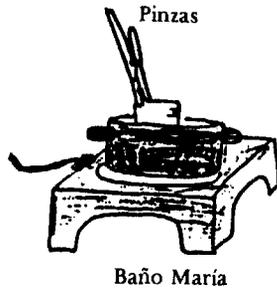
Para verificar o negar la hipótesis propuesta, utilizamos la siguiente experiencia:

1) Tomamos una planta de geranio. Tapamos con papel transparente una de sus hojas sin cortarla de la planta, en otra hoja colocamos un trozo de papel de aluminio, pero sin tapar por completo la hoja. Dejamos que pase una semana y vemos como evoluciona, anotando los cambios de color y de estructura de las hojas.



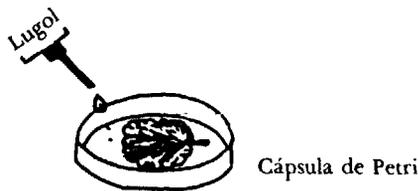
2) Pasada una semana, cortamos las dos hojas. En un recipiente colocamos agua (puede servir una cacerola), y la ponemos a hervir en un infiernillo. En dos vasos de precipitados echamos alcohol e introducimos las dos hojas una en cada vaso. Cuando comience a hervir el agua de la cacerola, metemos los dos vasos al baño María. Con ayuda de unas pinzas removemos los vasos. El tiempo que tendremos los vasos al baño María será de unos dos minutos. (CUIDADO CON EL ALCOHOL, ES INFLAMABLE.)

Sacamos las hojas de los vasos y las lavamos con agua abundantemente. A continuación las extendemos bien en dos cápsulas de Petri.



Vaso de precipitados con alcohol y una hoja de geranio

3) En las cápsulas de Petri vertimos lugol hasta tapar las hojas. Pasados unos instantes, observaremos si ha habido cambios en el color de las hojas.



OBSERVACIÓN Y RECOGIDA DE DATOS

Después del primer paso anotamos los siguientes cambios:

- 11.5 Comenzamos el experimento, las hojas estaban con un color verde intenso y uniforme.
- 16.5 Las hojas tapadas con el papel de aluminio, han perdido su color verde para pasar a un amarillo verdoso. La hoja cubierta con papel transparente se ha cambiado de color, continúa con el mismo color que el resto de las hojas de la maceta.
- 18.5 La hoja tapada con el papel de aluminio está totalmente amarilla; la hoja con el papel transparente sigue verde.



En el final del segundo paso hacemos dos observaciones, el alcohol en que hemos sumergido las hojas de geranio, después del baño María ha tomado un color verde, la clorofila ha pasado al alcohol. La segunda observación es que la hoja tapada con papel de aluminio como la de papel transparente no tienen ahora diferencia en la coloración.

FIGURA 1 (Continuación)

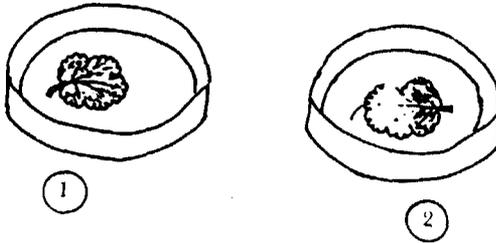
Informe del trabajo de investigación del grupo 7

Al finalizar el tercer paso observamos, que el lugol tiñe a las dos hojas, pero no por igual. A la que estuvo tapada con el papel de aluminio aparecen dos zonas con diferente coloración azulada, la zona menos intensa corresponde a la que estuvo protegida con el papel. La hoja tapada con el papel transparente se ha teñido toda por igual de color azul.

CONCLUSIONES

La hoja 1 se ha quedado teñida toda de azul. La hoja 2 sólo está teñida de azul el trozo que no fue tapado con el papel de aluminio, por tanto, la parte que fue cubierta con papel de aluminio no forma almidón (que es una sustancia de alimento de las plantas) porque no le dió la luz.

En consecuencia SIN LUZ NO SE FORMA ALIMENTO EN LAS HOJAS DE LAS PLANTAS VERDES.



Hemos utilizado el lugol, porque sirve para reconocer el almidón, y ante la presencia de este toma un color azul intenso.

BIBLIOGRAFÍA

GARCÍA VELÁZQUEZ, A., «Prácticas de Morfología y Anatomía». ENOSA, Madrid, 1967, pp. 214-218.

- Por otro, tiene que realizar un «mural resumen» de la investigación concebido para poder presentarla a los demás grupos de la clase. El mural será útil tanto como elemento de evaluación como de comunicación y discusión en común que formará parte de la tercera fase de la experiencia que comentaremos seguidamente.

Fases de la puesta en común, explicación y evaluación

Como otro de los elementos clave en todo el proceso de enseñanza-aprendizaje que estamos describiendo está el de la «puesta en común» de las experiencias de investigación efectuadas por cada grupo. Para ésta será de utilidad el «mural resumen» elaborado por cada uno de ellos. De este modo, las experiencias resultan accesibles a toda la clase y pueden ser interpretadas y discutidas por todos, efectuándose una verdadera labor de reconstrucción de ideas clave que posteriormente se concretan en una serie de conclusiones generales (véase éstas en la Tabla 4).

TABLA 4

Conclusiones generales extraídas de la puesta en común de las investigaciones efectuadas por los distintos grupos de trabajo

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● Las <i>plantas verdes</i> parece que fundamentalmente <i>obtienen nutrientes del mundo inorgánico</i> (G. 1, 4 y 5). ◀ ● Para que se <i>desarrolle normalmente</i> una planta de judía es necesaria la luz (G. 6). ● Con la <i>luz</i> y los <i>nutrientes inorgánicos</i> las plantas de geranio <i>fabrican alimentos</i> como el almidón (G. 7 y 9). ◀ ● Parece constatarse también: <ul style="list-style-type: none"> - Que las plantas verdes poseen <i>distintos tipos de pigmentos</i> (G. 3). - Las plantas verdes acuáticas <i>producen oxígeno</i> al ser iluminadas y se <i>incrementa</i> esta producción <i>cuanto mayor cantidad de CO₂ exista</i> en el ambiente (G. 2 y 8). |
|---|

A partir de las conclusiones extraídas por los grupos de trabajo (recogidas en la Tabla 4) se abordan interrogantes como los que surgían en el análisis de los conceptos previos (véase Tabla 2). Por otra parte, y lo que es más importante, cada alumno recibe una visión más amplia de todo el trabajo desarrollado: observa, critica los diseños experimentales, los datos recogidos por sus compañeros...; en general y como pudimos comprobar se establecen intercambios enriquecedores de información y experiencias.

En cuanto a la evaluación de todo el proceso ésta se efectúa a lo largo de varios momentos:

- Un momento inicial que equivaldría a la fase de análisis de conocimientos previos con que los alumnos se van a enfrentar al aprendizaje.
- Una serie de momentos intermedios en donde la observación y reflexión del profesor va captando, coordinando y asesorando el desarrollo de las experiencias de investigación.
- Por último, se efectúa una valoración final de la que participan:
 - las observaciones efectuadas por el profesor sobre las actuaciones de los alumnos y los grupos durante el proceso de enseñanza-aprendizaje;
 - el análisis de los informes de investigación de los grupos de alumnos, así como de sus murales;
 - una nueva exploración de conceptos básicos a la luz de lo investigado, reflexionado y explicado.

Se advirtió en términos generales, una evaluación positiva en la mayoría de la clase (el 87 por 100 de los alumnos) y un alto nivel de satisfacción del alumnado en cuanto a penetración con el tipo de metodología utilizada.

A MODO DE CONCLUSIÓN

La renovación de la enseñanza pasa, entre otros elementos por la renovación en los métodos con que son formados los futuros profesores. Esta renovación implica un esfuerzo de adaptación, especialmente para los Formadores de Profesores. La experiencia que se ha presentado aquí creemos que es una pequeña contribución a todo este proceso. En ella se ha intentado hacer coincidir el análisis de preconcepciones, el cambio conceptual y las metodologías investigadoras en aras de la Formación de futuros Maestros. Desde nuestro punto de vista (creemos que también desde el de nuestros alumnos) la experiencia resultó dinámica, motivadora y fructífera desde el ángulo educativo.

BIBLIOGRAFÍA

- Asimov, I., *Fotosíntesis*, Barcelona, 1984.
- Astudillo, H. y Gene A., «Errores conceptuales en Biología. La fotosíntesis de las plantas verdes», *Enseñanza de las Ciencias*, 2 (1), 1984, pp. 15-16.
- Barceló, J. y otros, *Fisiología vegetal*, Madrid, Pirámide, 1987.
- Driver, R., «Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos», *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (1), 1986, pp. 3-15.
- «Un enfoque constructivista para el desarrollo del curriculum en las Ciencias», *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (2), 1987, pp. 109-120.
- Driver, R. y Oldham, V., «A constructivist approach to curriculum development in science», *Studies in Science Education*, 13, 1986, pp. 105-122.
- España Talón, J., *Biología. Guía de Experiencias*, Madrid, Enosa, 1984.
- Furio, C. y Gil, O., «La Didáctica de las Ciencias en la Formación Inicial del Profesorado: una orientación y un programa teóricamente fundamentados», *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (3), 1989, pp. 257-265.
- García Velázquez, A., *Manual de Prácticas: Morfología y Anatomía*, Madrid, Enosa, 1967.
- Gayford, C. G., «Some aspects of the problems of teaching about energy in school biology», *Eur. J. Sci. Educ.* 8 (4), 1987, pp. 443-450.
- Gene, A. y Gil, D., «La formación del profesorado como cambio didáctico», *Revista interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 2, 1987, pp. 155-159.
- Gil, D., «El futuro de la enseñanza de las Ciencias: Algunas implicaciones de la investigación educativa», *Revista de Educación*, 278, 1985, pp. 27-38.
- Giordan, A., «Los conceptos de Biología adquiridos en el proceso de aprendizaje», *Enseñanza de las Ciencias*, 5 (2), 1987, pp. 105-115.
- Hasweh, M. Z., «Towards an expansion of conceptual change», *European Journal of Science Education*, 8 (3), 1986, pp. 229-249.
- Jiménez Aleixandre, M. P., «Preconceptos y esquemas conceptuales en Biología», *Enseñanza de las Ciencias*, 5 (2), 1987, pp. 165-167.
- Kamii, C., «La autonomía como objetivo de la educación. Implicaciones de la Teoría de Piaget», *Infancia y Aprendizaje*, 18, 1982, pp. 3-32.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. y Gertrog, W. A., «Accommodation of a scientific conception: towards a theory of conceptual change», *Science Education*, 66, 1982, pp. 211-227.
- Viennot, L., *Le raisonnement spontané en Dynamique Élémentaire (Tesis Doctoral)*, Paris, Herman, 1976.
- Wabdersee, J. H., «Can the History of Science help Science Educators anticipate Students Misconceptions?», *J. Res. Sci. Teach.*, 23 (7), 1986, pp. 581-597.