

INVESTIGACIONES Y EXPERIENCIAS

UNA EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE POR INVESTIGACION DIRECTA
DEL MEDIO EN LA FORMACION DE MAESTROS

PEDRO CAÑAL DE LEON (*)

RAFAEL PORLAN ARIZA (**)

1. INTRODUCCION

Pese a los avances realizados en la comprensión del pensamiento infantil, el aprendizaje escolar sigue basándose por lo general en unas concepciones pedagógicas de tipo transmisivo, que entran en contradicción con importantes principios psicológicos y epistemológicos.

La renovación pedagógica se está produciendo en nuestro país con un apoyo excesivo, en nuestra opinión, en la capacidad intuitiva del enseñante, muy alejado a veces de los conocimientos que va generando la investigación psicopedagógica. En consecuencia, la práctica innovadora encuentra ciertos límites que no puede superar, surgiendo preguntas claves como éstas: ¿cómo pueden los niños realizar aprendizajes significativos en la escuela?, ¿cómo puede el maestro detectar si tales aprendizajes se han producido?, ¿qué papel debe adoptar el maestro para evitar el aprendizaje mecánico, memorístico?

El trabajo que nos ocupa se encamina hacia la resolución de esas dudas en nuestro ámbito particular. Pretendemos abandonar progresivamente la vía intuitiva para pasar a fundamentarnos en unas bases más sólidas. Y en ese mismo sentido queremos orientar la práctica de los maestros, para que puedan a su vez llegar a encontrar unas respuestas válidas para el contexto particular en que cada cual desarrollará su trabajo.

Expondremos en primer lugar algunas ideas relativas al concepto de investigación en sí, y a lo que es para nosotros una escuela fundamentada en la investigación del niño, para después describir sobre dichas bases las características de nuestra experiencia.

(*) Escuela Universitaria de Formación del Profesorado de EGB de la Universidad de Sevilla.

(**) Ponencia presentada al Simposio sobre «Teoría y práctica de la innovación en la formación y el perfeccionamiento del profesorado» organizado por la Subdirección General de Perfeccionamiento del Profesorado en Madrid en el mes de febrero de 1984.

2. UNA ESCUELA PARA LA INVESTIGACION

2.1. *Acerca del concepto de investigación*

Entendemos el término *investigación* como conjunto de procesos complejos a través de los cuales se pretende conocer la realidad. Dichos procesos son de diversa naturaleza (exploración, observación, experimentación, etc.), pero en todos los casos conllevan una actividad práctica exterior y una actividad interiorizada o actividad mental del individuo (Piaget, 1967).

Al investigar se ponen en juego las estructuras intelectuales, así como las conceptualizaciones de que se parte. La interacción de dichas estructuras y conceptos con los resultados de la investigación provoca procesos de reestructuración y de construcción conceptual, es decir, de aprendizaje y desarrollo intelectual (Piaget, 1969) (Host, 1978).

El deseo de investigar, de resolver un problema (Bunge, 1972), viene determinado por las motivaciones del sujeto y éstas, a su vez, por ciertas tendencias innatas. Desde un punto de vista etológico, como ya señalábamos en otra ocasión (Cañal, García, Porlán, 1981), «el impulso que lleva a investigar, a explorar, es un rasgo común en bastantes especies; posee una importancia como forma de adaptación al medio, siendo el vehículo que dirige al individuo a alcanzar los nuevos aprendizajes que intervendrán en la determinación de su conducta».

La «situación investigativa» se caracterizará, en suma, por los siguientes aspectos: una cuestión o problema que estimula la acción del sujeto, en relación con tendencias innatas y con intereses adquiridos que dirigen la respuesta y unos procesos investigativos con operaciones externas e internas que modifiquen tanto al sujeto como al objeto, pues la interacción que se establece no sólo repercute en una evolución de los sistemas de representación de la realidad hacia cotas de mayor objetividad y desarrollo, sino que también ocasiona una modificación progresiva de la realidad misma como consecuencia de la acción del sujeto.

2.2. *El niño como investigador*

En la actualidad existe un cierto acuerdo en aceptar que las formas de aprendizaje «espontáneo» (no dirigido intencionalmente por ningún adulto), están relacionadas directamente con sus actividades de exploración del entorno. Es evidente, por otra parte, que la escuela suele provocar una ruptura en los hábitos del niño al imponerle unas formas de aprendizaje opuestas a las que manifiesta autónomamente (Tonucci, 1974). Esta ruptura se fundamenta en una drástica incomunicación entre la escuela y el entorno que origina el progresivo abando-

no de la dinámica investigadora propia del sujeto aún no escolarizado. Los aprendizajes dejan de ser, entonces, procesos constructivos mediante los que el saber se conquista y se recrea progresivamente, para convertirse en procesos en gran manera memorísticos, en los que el conocimiento se consume de manera deformante y alienadora.

¿Es esta ruptura una consecuencia inevitable de la existencia misma de la institución escolar o es, por el contrario, el fruto de un determinado modelo de escuela? Ciertas investigaciones y experiencias indican que la modificación de algunas de las características básicas (tipos de actividad del niño, papel del maestro, estructura del aula, etc.), permite un importante avance hacia el aprendizaje significativo por investigación (Giordan, 1978) (Coll, 1978) (Sastre y Moreno, 1980) (Pujol y Nadal, 1981).

Enumeraremos, en resumen algunos aspectos que pueden considerarse definidores de esta concepción didáctica:

- Partir de las motivaciones intrínsecas.
- Basarse en las representaciones espontáneas.
- Fundamentar el proceso educativo en el desarrollo de las actitudes pre-científicas típicas del niño aún no escolarizado (curiosidad, creatividad, confianza en sí mismo, etc.)
- Favorecer todas las formas de expresión y comunicación en la clase.
- Promover la evolución de las representaciones infantiles a través de la resolución de las contradicciones que surjan.
- Poner al sujeto en contacto directo con el medio social y natural más cercano a sus intereses.

Todo lo anterior aporta las bases para la concreción del perfil de un maestro que pueda responder a tales exigencias.

2.3. *La función del maestro*

La cuestión central a resolver es la siguiente: ¿Qué conductas son coherentes con los postulados anteriores? ¿Qué actitudes y capacidades habrá que promover en los maestros?

Nos referiremos aquí exclusivamente a aquellas características que puedan influir en gran medida en su formación para el «aprendizaje por investigación». No haremos mención de otros rasgos profesionales de gran importancia que no están relacionados con el tema que nos ocupa. Veamos, pues, algunas de esas capacidades:

- a) El maestro ha de ser un experto dinamizador del diálogo y la comunicación en clase, tratando de eliminar las trabas que detecte y haciendo factible la expresión de los intereses reales de los alumnos.

- b) Ha de conocer teórica y prácticamente las características del pensamiento infantil, teniendo presente la coexistencia en el aula de dos lógicas diferentes (la del niño y la del adulto), y estando convencido, como escribe Horst (1978) de que «el niño no puede superar sus representaciones subjetivas mediante la mera presentación de modelos adultos... pues los obstáculos residen en el carácter específico del pensamiento infantil y sólo puede realizarse un aprendizaje eficaz a partir de una reorganización de dicho pensamiento».
- c) Ha de saber descubrir las representaciones y teorías subyacentes en la conducta investigativa de los alumnos, a través del análisis de sus producciones y de la observación sistemática de su conducta. De igual manera, ha de investigar la evolución de dichas representaciones, los avances que experimentan y los bloqueos que obstaculizan el progreso.
- d) Ha de saber comunicarse con el niño para que se hagan evidentes las contradicciones y contra ejemplos existentes. Como dice Giordan (1978), «lo que para nosotros es una hipótesis para el niño es una certeza a la que tiende firmemente... El problema pedagógico, pues, es hacer que pierda la certidumbre». Otras investigaciones refuerzan la idea de la enorme resistencia que oponen los alumnos para abandonar una teoría pese a que las experiencias la contradigan (Karmiloff e Inhelder, 1974) (Carretero, 1979). Estos obstáculos difícilmente podrán superarse si no es con la ayuda directa (hacer dudar) o indirecta (materiales de la clase) del maestro.
- e) Ha de concebir su programación como un conjunto de objetivos generales mínimos, un banco de actividades posibles y una serie de recursos de apoyo. Esta programación será flexible y tendrá carácter de hipótesis de trabajo. La evaluación cobrará un valor investigativo, tratándose de comprobar científicamente el grado de certeza o falsedad de las hipótesis planteadas.
- f) Ha de interesarse en el progreso permanente de su formación científica y su capacidad de investigación, apoyándose en el trabajo en equipo con maestros y otros profesionales relacionados con la enseñanza (psicólogos, pedagogos, didactas, etc.).
- g) Habrá de ser consciente de su papel como modelo ante sus alumnos. Difícilmente podrá promover determinadas actitudes (espíritu científico, respeto por la naturaleza, confianza en sí mismo, etc.), si él no las cultiva.

Es pues evidente para nosotros la necesidad de una actitud y de una práctica investigadora en el rol del maestro, pero no podemos dejar de referirnos a la existencia de una cierta controversia sobre la cuestión, cuya raíz pudiera estar en la asunción de distintas concepciones sobre la función de la escuela y los educadores o, quizás, sobre el concepto mismo de investigación. En una re-

ciente comunicación de gran interés, Benejan (1983), refiriéndose a las funciones del maestro, defiende la idea de que el maestro no tiene por qué investigar, dado que su profesión posee unos valores en sí misma y no habría necesidad de «dignificarla» incorporando a ella la investigación. También se encuentran argumentos en sentido contrario, como los esgrimidos por Piaget (1969) o por Gimeno (1983), cuando afirman que los maestros deben llegar a ser investigadores y superar el nivel de simples transmisores.

La clave de la cuestión puede estar en el tipo de investigación que se postule para el maestro. Es posible que a éste no le sea necesario emprender investigaciones de tipo clásico, tendentes al descubrimiento de generalizaciones válidas para un amplio contexto. Pero pensamos con Gimeno (1983) que la labor investigadora del maestro encajaría perfectamente en un modelo como el de Ward-Tikunoff (1975) o el descrito por Stenhouse, un tipo de investigación ligada al estudio de casos y experiencias concretas, en las que el maestro trabaja conjuntamente con otros investigadores para llegar a describir detalladamente el funcionamiento de su aula y desentrañar los factores que lo explican (en este caso concreto). Una investigación de tal tipo, que supone una inmersión en el fondo en la vida de la clase tal y como ésta es, en toda su complejidad, es indudable que ha de producir efectos muy positivos.

2.4. *El aula: estructura y recursos*

Señalaremos brevemente algunas de las características que se consideran más necesarias para llevar a cabo un aprendizaje por investigación.

Ha de estar preparada y concebida para la libre circulación de los alumnos. Podrá adaptarse al trabajo individual, de grupo y de clase. Poseerá los materiales imprescindibles para el trabajo de campo y de laboratorio en cada nivel, así como un buen archivo que complemente los recursos informáticos usuales (profesor, biblioteca de clase, etc.). Será, en definitiva, un aula-laboratorio de dimensiones adecuadas al número de alumnos en circulación y provista de mesas y separaciones móviles que faciliten un uso polivalente.

El *archivo de clase* merece una mención especial, pues estamos convencidos de la importancia y la trascendencia que posee el almacenamiento permanente y sistemático de la información obtenida y expresada por los alumnos en sus investigaciones. Una actividad como ésta, realizada por todos los alumnos de un colegio y a lo largo de varios años, conducirá a la acumulación de una cantidad ingente de información sobre el entorno social y natural de la escuela. Este tipo de información concreta no es conseguible en la práctica más que a través de los estudios directos realizados por los alumnos, no sólo por la falta de publicaciones que se refieren al medio particular en que se encuentra la escuela, sino por el nivel y la terminología en que venga expresada la información. Los informes elaborados por niños de la misma edad y nivel de desarrollo

intelectual serán los más adecuados para servir de base o de ayuda en las nuevas investigaciones que se emprendan.

3. LA FORMACION DEL MAESTRO INVESTIGADOR

Si los maestros deben poseer cualidades de un investigador para responder a su función profesional, ¿cómo pueden las E. U. M. contribuir al desarrollo de tales características?

Debe partirse de un factor bastante generalizado: la falta de investigación en las E. U. M. Incluidas tan sólo formalmente en la universidad y atenazadas por una tradición escolar transmisiva, la investigación permanece casi totalmente ausente de estas instituciones. Ni los horarios, ni los presupuestos, ni las mismas instalaciones son adecuadas para tal fin.

Por otra parte, estudios realizados sobre la metodología empleada por los profesores de estos centros (Gimeno y Fernández, 1980), revelan que más del 75 por ciento del tiempo se emplea en la impartición de lecciones magistrales.

Si el futuro maestro no tiene oportunidades de percibir la actividad investigadora de sus profesores (pues cuando existe suele desarrollarse en el ámbito de las facultades) y si estos profesores no emplean en sus clases la metodología investigativa, aún cuando algunos expliquen a diario su conveniencia didáctica en la EGB, es casi imposible que el alumno llegue a practicar y promover la investigación cuando acceda al ejercicio profesional. Como ha sido señalado reiteradamente, los alumnos no aprenderán a enseñar exclusivamente a partir de los contenidos que configuran el currículo explícito, sino fundamentalmente de los métodos con que se les haya enseñado (currículo oculto).

Es preciso que los maestros en formación investiguen, y no sólo como experiencia metodológica para su preparación didáctica, sino como vía de aprendizaje en paralelo con otras de las que habrán de derivarse las actitudes y las destrezas científicas, la estructuración adecuada de sus conocimientos y su progreso intelectual. Un estudio realizado por López y otros (1983), aporta evidencias en favor del papel fundamental de la práctica de la investigación para el desarrollo intelectual de los alumnos de magisterio. Como ellos afirman, «los conocimientos que el hombre descubre, al querer conocer y transformar la realidad, no permanecerán yuxtapuestos a las capacidades del individuo, sino que pasarán a formar parte de sus estructuras mentales. El hombre, al experimentar sobre el mundo que le rodea, construye los conocimientos a la vez que desarrolla su propia inteligencia, desarrollo que le permitirá abordar el estudio de nuevos conocimientos con un nivel de maduración cada vez mayor».

Así pues, y en resumen, las actividades de investigación del maestro en formación serán útiles para:

1. Aprender la metodología didáctica basada en la investigación del alumno.

2. Desarrollar el espíritu científico y las destrezas características del investigador.
3. Desarrollar sus capacidades intelectuales.
4. Conseguir una más adecuada estructuración de sus conocimientos.

Por todo ello, la investigación debe situarse, en nuestra opinión, en el centro de la formación de los enseñantes, lo que no excluye el uso paralelo de otras metodologías de aprendizaje. Deberá procederse a la apertura de los centros a la realidad social y natural, tanto para la entrada de personas, materiales e ideas como para la realización de actividades de exploración del medio socio-cultural y, por supuesto, escolar.

Los aspectos investigados se constituirán, según Host (1978), en «puntos de anclaje de la estructuración del conocimiento, articulándose la experiencia social dentro de un sistema abierto y remodelable».

Las posibilidades del entorno como objeto de estudio son inmensas y se hacen patentes en los postulados de la Educación Ambiental. Como ya expresábamos en otra ocasión (Cañal, García, Porlán, 1981), «si se desea que la E. A. sea una realidad a corto plazo, hay que comenzar por introducirla en los procesos de formación de educadores, tanto para los nuevos enseñantes como para los que ya están en ejercicio».

La investigación directa de parcelas de la realidad ambiental adquiere su máximo valor formativo cuando se realiza en forma interdisciplinar, lo que exigirá una reestructuración global de los aspectos curriculares y organizativos de las E. U. M.

Estamos convencidos de que los centros de formación de enseñantes han de llegar a ser el motor de la renovación de la educación en nuestro país. Pero habrán de adoptar para ello un perfil similar al que Filloux (1975) esboza: «si se trata de hacer de la escuela un centro de difusión del cambio en los métodos y las actividades educativas, esto implica que se conviertan en un lugar de realización de cambios en los modelos educativos, en el doble sentido de experimentación y de experiencia vivida por todos los participantes (estudiantes y profesores), que se perciben a sí mismos como en situación de innovación».

Ello conduce a hacer partícipes activamente a nuestros alumnos de las programaciones y de las investigaciones que se realicen, lo cual es apoyado también por Host (1978), cuando se refiere a la necesidad de establecer un modelo de innovación que se apoye en la asociación estrecha del investigador-didacta con los maestros en formación para realizar estudios prácticos que permitirán liberar a los maestros de los modelos implícitos que poseen y su evolución hacia los modelos alternativos.

Sería, pues, de ese trabajo en paralelo y «codo a codo» de los profesores de las E. U. M. y sus alumnos, inmersos en la realidad natural, social y escolar, apoyándose en la herencia cultural humana, de donde se derivarían presumi-

blemente los aprendizajes más válidos para una concepción actualizada, científica y profesional de la educación.

Los enseñantes que participamos en la educación de los maestros habríamos de hacernos partícipes hoy más que nunca del pensamiento de Carl Rogers (1961), cuando nos confesaba su incapacidad para enseñar a enseñar a otra persona y su convicción de que el único aprendizaje que puede influir significativamente sobre la conducta es el que se descubre e incorpora por sí mismo. Hoy día existen ya suficientes datos científicos para convalidar las geniales intuiciones del pasado y para impulsarnos, de una vez por todas, hacia la escuela del aprendizaje real y significativo.

4. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

En lo que sigue no nos referiremos a una experiencia ya realizada y ultimada, sino a un largo proceso que se inicia nueve años atrás, y a través del cual se han ido configurando unas concepciones determinadas sobre el papel de la investigación en la formación del maestro y en su labor profesional.

4.1. *Situación de partida*

El inicio de la actividad como profesores de una escuela de magisterio supuso el acceso a un ambiente educativo muy particular cuyas características más notables siguen estando presentes en la actualidad.

A partir de la L. G. E., con el paso a la universidad se detecta en las E. U. M. un esfuerzo evidente por conseguir un tomo de «mayor altura» para estos estudios. Se eleva el nivel de los contenidos y se establece un cuadro de asignaturas equiparables y convalidables con las de las facultades correspondientes, excepto en lo relativo a las didácticas específicas que permanecen subvaloradas pese a su indudable peso desde el punto de vista profesional. Por otra parte, toda la organización del centro, horarios, aulas, mobiliario, etc., presupone e induce hacia la utilización de una pedagogía de tipo transmisivo.

El alumnado, dispuesto en grupos masificados por el gran auge de los estudios de magisterio y por la concepción transmitiva antes comentada, presentaba unas características generales que poco difieren de las que hoy manifiestan:

- Una motivación basada en factores extrínsecos (calificaciones, prestigio), con una notable ausencia de sentido profesional y deseo de conocer.
- Unos hábitos de trabajo muy escolares, centrados en la toma de apuntes y la preparación de exámenes.
- Unos conocimientos escasos y muy desestructurados, situados en una nebulosa de incertidumbres y conceptos vacíos.

– Una concepción acientífica de la ciencia, concebida como un conjunto de verdades absolutas y eternas.

– Unos niveles ínfimos en cuanto a destrezas y espíritu científico.

– Una ausencia general de experiencias de investigación directa del medio en su historia escolar anterior.

Por otra parte, los alumnos manifestaban entonces y manifiestan ahora, un cierto rechazo hacia el tipo de enseñanza recibida, como excesivamente teórica, libresca, magistral y alejada de la realidad de la escuela. Hemos constatado, sin embargo, que este rechazo es en gran parte emocional y encubre a menudo una minusvalorización de la teoría frente a la práctica, de lo intelectual frente a lo empírico, posiblemente por la falta de oportunidades para ejercitarse en el análisis de la realidad con el apoyo de instrumentos conceptuales. Pese al rechazo expresado, se observa un considerable nivel de conformidad y connivencia con las metodologías expositivas, a las que los alumnos están perfectamente adaptados. Ello se hace evidente cuando expresan su desconcierto y su sensación de no hacer nada al iniciarse en otras formas de trabajo que exigen un mayor nivel de participación y de iniciativa personal.

Nuestro propio proceso formativo fue muy similar al de los alumnos e igualmente cargado del aburrimiento y el sinsentido que sigue imperando en demasiadas escuelas, llevándonos en forma convergente hacia un rechazo vivencial y posteriormente ideológico de la educación que tuvimos que sufrir, así como a intentar desarrollar un tipo de enseñanza muy diferente de aquella.

4.2. *Los primeros pasos*

Nuestra formación biológica, junto a una corta pero intensa experiencia como profesores de EGB, no fue suficiente para suplir la ausencia más absoluta de formación pedagógica formal a la hora de iniciar nuestra labor como profesores de Biología y Didáctica de las Ciencias (!) en la escuela de magisterio de Sevilla.

Se origina en consecuencia un largo camino de tanteos, estudio y trabajo conjunto hacia una práctica profesional satisfactoria. En este recorrido tuvo una incidencia muy positiva el Seminario de Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza de Sevilla, en cuya fundación participamos, como instrumento para ir marcando las primeras sendas hacia un trabajo basado en el contacto directo con la realidad y en la investigación.

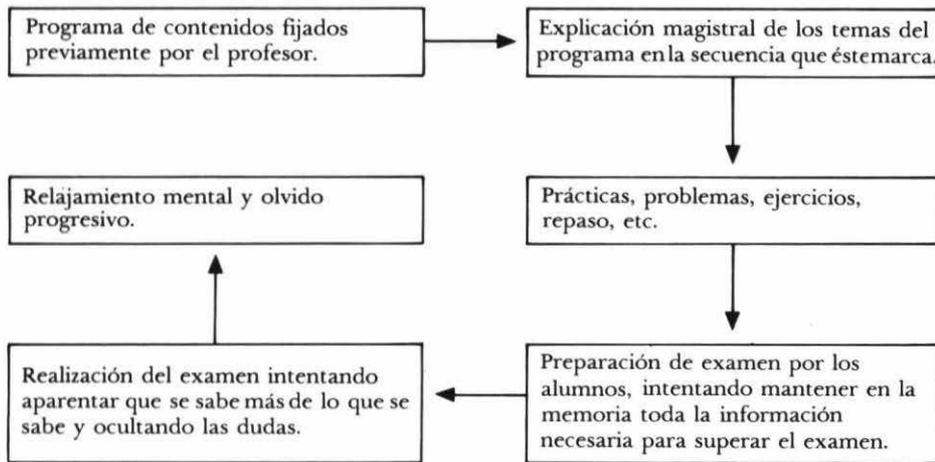
Los objetivos concretos de cada curso, las formas organizativas y las actividades, han ido cambiando, sustituyéndose y retomándose en función del análisis y valoración permanente a que se han sometido, por lo que los objetivos y recursos que en la actualidad orientan nuestra labor siguen teniendo carácter de hipótesis de trabajo, a comprobar a medida que nuestros propios instrumentos de análisis y valoración se vayan perfeccionando.

4.3. Objetivos generales

Partiendo del conocimiento del tipo de formación que poseen los alumnos de magisterio y de la imposibilidad de dar un vuelco absoluto a esa realidad, se pretende al menos incidir en una línea que permita el inicio de una formación distinta, que habrá de enriquecerse en el futuro profesional de cada maestro. Así pues, los objetivos generales que nos planteamos en estos momentos son los siguientes:

1. Romper en nuestras aulas la dinámica docente habitual, caracterizada por el siguiente modelo didáctico:

MODELO DIDACTICO TRADICIONAL



2. Lograr una estructuración válida de los conocimientos biológicos.
3. Lograr un incremento del espíritu científico y de la capacidad investigadora de los alumnos, haciendo que lleguen a confiar en su capacidad para aprender por sí mismos investigando la realidad.
4. Conseguir un acercamiento cognoscitivo y afectivo hacia el entorno natural próximo, llegando a interiorizar un modelo de relación hombre-naturaleza basado en la ubicación armónica de nuestra especie en el conjunto de los seres vivos de la Tierra (Porlán, Cañal, García, 1984).

El primer objetivo es de suma importancia, pues supone en cierta forma, la llave para todo lo demás. Si el alumno no llega a analizar los objetivos y actividades que se proponen, asumiendo o rechazando en función de profesionales, no existirá el más mínimo clima necesario para lograr otros objetivos. Se mantendrán, en ese caso, en la alienación del que actúa y obedece al dictado de instrucciones cuyo sentido desconoce.

El modelo de «enseñanza-ficción» antes comentado, en el que todos hacen «como si...» (como si enseñaran, como si aprendieran), no permitirá la estructuración personal de los conocimientos, ni una mínima conexión de éstos con la realidad próxima.

El *segundo objetivo*, la estructuración de los conocimientos, será factible con la adopción de un modelo didáctico distinto, cuyos componentes se han analizado ya en los apartados 2 y 3 en sus aspectos más generales y que acabará de describirse más adelante.

Para lograr el *tercer objetivo* será necesario vencer los «bloqueos» de todo tipo que se encuentren, en particular el convencimiento de que todo se aprende de los libros o del que sabe y de la imposibilidad de llegar a conocer algo por uno mismo. Habrá que incidir también en el descubrimiento de los intereses personales y en el desarrollo de una inclinación positiva hacia el conocimiento en sí, no en función de unos requerimientos externos (exámenes, titulaciones, etc.).

El *cuarto objetivo* es fundamental para conseguir romper el cerco que aísla a la escuela de la realidad e incidir positivamente en el desarrollo de las metas de la educación ambiental.

4.4. Recursos y actividades

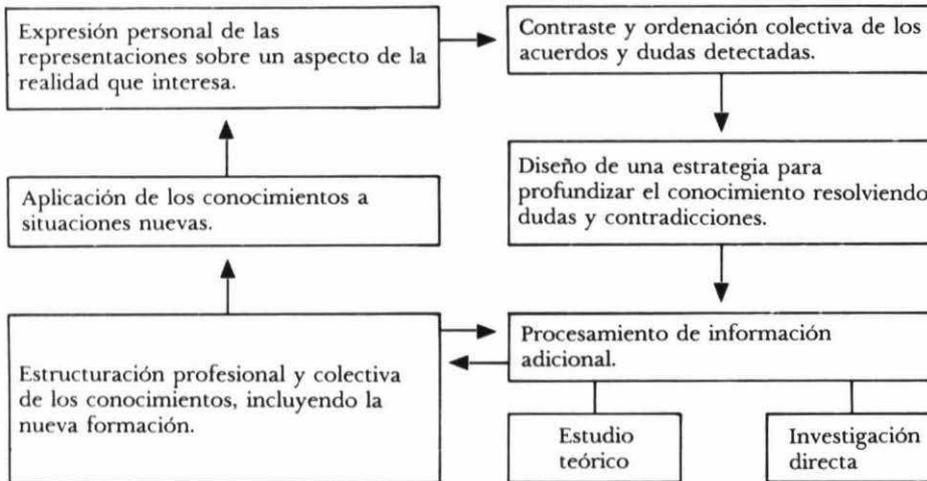
4.4.1. Un modelo didáctico basado en la investigación

Para alcanzar los objetivos enumerados hemos adoptado un modelo didáctico alternativo, cuyas bases son las siguientes:

- La expresión inicial de las representaciones que poseen los alumnos sobre la cuestión o realidad de que se trate.
- El fomento de la comunicación interpersonal.
- El respeto al ritmo personal de aprendizaje.
- La potenciación del contacto directo con la realidad en estudio, considerando ésta como una de las fuentes de información esenciales.
- El recurso de otras fuentes de información (libros, audiovisuales, profesor, etc.), pero teniendo siempre en cuenta el proceso constructivo que ha de darse en cada alumno.
- Una motivación más intrínseca, fundamentada en el propio deseo de conocer y de cualificarse profesionalmente, así como en la proyección social o educativa de los productos de las actividades (construcción de materiales que servirán a cada uno en su escuela, elaboración de guías, colecciones de diapositivas, monografías, etc., que podrán editarse para las escuelas o ponerse a disposición de éstas, etc.).

Este modelo didáctico podría expresarse en un esquema como sigue:

MODELO DIDACTICO BASADO EN LA INVESTIGACION DEL ALUMNO



4.4.2. Organización y recursos materiales

El aula. Se dispone de un aula grande, provista de mobiliario móvil (mesas para grupos de seis componentes), así como armarios y estantes para materiales diversos (acuarios, terrarios, colecciones, material de campo, etc.). Un espacio está ocupado por los archivos y biblioteca. En una dependencia anexa se dispone de un laboratorio clásico con los instrumentos y materiales característicos.

Las fuentes de información. La toma de información adicional mencionada en el modelo didáctico (punto 4), se realiza sobre diversas fuentes:

- a) *Comunicación oral.* El profesor o un especialista en un tema concreto, expone la información teniendo en cuenta lo que los alumnos saben, dudan o yerran sobre el tema en cuestión.
- b) *Consulta de documentos.* Individualmente o en grupo acuden al estudio de:
 - Libros de la biblioteca de aula, de la del centro o de otras más especializadas.
 - Fotocopias de textos seleccionados por el profesor, generalmente.
 - Documentos multicopiados elaborados por el profesor.
 - Documentos incluidos en los archivos del aula
 - sobre técnicas de trabajo
 - informes de investigaciones
 - colecciones de diapositivas

- c) *Investigación directa.* Individualmente o en grupo estudian el aspecto que interesa: una conducta, una especie, una estructura celular, un proceso bioquímico, un ecosistema, un órgano, un mecanismo genético, etc.

Las investigaciones que se desarrollan pueden clasificarse en tres tipos:

1. Visitas puntuales de uno o varios días a una zona concreta para realizar una exploración rápida, generalmente dirigida por el profesor.
2. Estudios longitudinales a lo largo de todo o una gran parte del curso, sobre un ecosistema. Carácter dirigido, con participación de toda la clase.
3. Estudios longitudinales a lo largo de un período prolongado de tiempo, sobre temas más puntuales, en pequeños grupos, según proyecto autónomo del grupo.

Secuenciación de las actividades. Consideramos necesario que las actividades de procesamiento de información se realicen en el marco general de un estudio referido a una realidad concreta, en nuestro caso una parcela de la realidad natural.

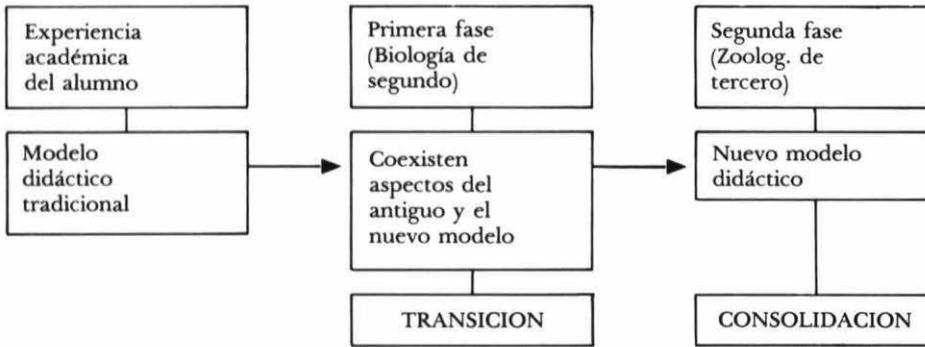
Pretendemos que la secuencia de las actividades no venga dada por la lógica interna de un programa de contenido, sino por la que se derive de un plan de trabajo de investigación elaborado en común y encaminado hacia la consecución de unos objetivos aceptados por la clase.

Nuestra estrategia de formación de maestros por y para la investigación se desarrolla en dos fases que coinciden respectivamente con los cursos segundo y tercero de magisterio y que abordaremos a continuación.

4.3. *Desarrollo de la primera fase*

En esta primera fase, que coincide con la asignatura Biología General de 2.º, se inicia la ruptura gradual del «modelo didáctico tradicional», se trabaja la estructuración de los conocimientos más básicos de la Biología (fundamentalmente los referidos a los niveles molecular y celular), y se intentan superar los bloqueos (Giordan, 1978) que impiden el desarrollo de la capacidad investigadora; se produce asimismo un primer acercamiento científico y afectivo hacia el entorno natural próximo y se capacita al alumno en el uso de ciertas técnicas e instrumentos de interés para la investigación.

Se trata, pues, de una etapa de transición entre el antiguo y el nuevo modelo didáctico.



A lo largo del curso pueden determinarse con claridad dos momentos importantes:

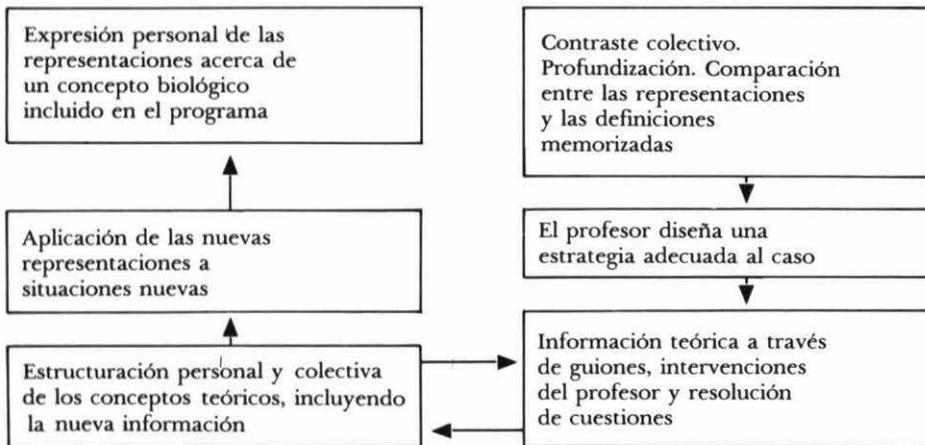
A. «Los alumnos no saben que saben algo»

Pueden detectarse tres tipos de bloqueo en diversos planos de la personalidad.

Primer bloqueo. Se sitúa en el plano de la actividad intelectual y afecta a las representaciones sobre la adquisición del conocimiento. Están convencidos, por lo general, de que no saben nada o casi nada de Biología y tan sólo podrán aprender si el profesor explica bien. Coinciden en señalar que «la enseñanza memorística no sirve para nada», «que sólo se estudia para los exámenes» y que «no entendieron los contenidos en su momento o los han olvidado».

Pese a lo anterior, la mayoría sigue pensando que sólo se aprende de los libros o del profesor; no se trata de que «el profesor se preocupe por sus alumnos y explique bien, despacio y aclarando dudas». Ante esta realidad, se les propone un esquema de trabajo que incorpora ya alguno de los elementos del nuevo modelo, pero mantiene otros del modelo tradicional.

MODELO DIDACTICO DE TRANSICION



Como puede observarse, este esquema parte de las representaciones y de los aprendizajes mecánicos de los alumnos, pero no incluye aún el contacto directo con la realidad y la secuencia viene dada por un programa mínimo de contenidos diseñado por el profesor.

Segundo bloqueo. Deriva de la falta de experiencias de trabajo sobre la realidad, que se ha limitado, a lo sumo, a la ejecución de una serie de «prácticas». El bloqueo suele expresarse en los términos siguientes: «No podemos estudiar los organismos unicelulares y las células en la realidad porque no sabemos cómo hacerlo; desconocemos el manejo de los aparatos y técnicas necesarios».

El profesor suministra una serie de guiones de información técnica y de experiencias sencillas de microscopía, que contribuyen a facilitar ese primer contacto académico con la realidad. El profesor dirige la secuencia de las actividades y diseña los esquemas de trabajo; sigue siendo el elemento que garantiza la «seguridad en el aprendizaje» del alumno.

Tercer bloqueo. Se encuentra al nivel de las actitudes y las motivaciones. El alumno no cree las promesas de la institución educativa. Su única motivación de fondo es la de aprobar; acabar lo antes posible con el menor esfuerzo y que le dejen de «historias» y de «trabajos». Ante esta situación, se impone la necesidad del establecimiento de una relación de confianza, que podrá surgir en gran manera sobre la base de un acuerdo previo y de una coherencia mantenida a lo largo de todo el curso. La satisfacción que produce el descubrimiento personal y la construcción del saber, así como un ambiente relajado y de compañerismo, contribuirán a un cambio de actitud progresivo, que tendrá su punto álgido al comprobar que «no ha sido engañado» y que la coherencia se llevó hasta el final.

B. «Los alumnos investigan colectivamente»

Se han producido algunos cambios respecto a la situación a comienzos de curso. Los alumnos:

- Han descubierto el valor del contraste entre las ideas para la asimilación de los conceptos.
- Se han apercebido de que saben más de lo que creían.
- Se van estructurando los conceptos básicos, resaltándose lo esencial de lo anecdótico.
- Conocen un laboratorio de Ciencias Naturales y trabajan en él con cierta soltura.
- Comienzan a pensar que el cambio didáctico puede ser fiable e interesante.

En este contexto se plantea realizar la investigación colectiva de los organismos microscópico de una charca. El profesor propone que el trabajo se haga

entre todos, tanto a nivel de programación como de ejecución. Surge aquí un *nuevo bloqueo*; «no podemos avanzar si no nos dice nadie lo que hay que hacer», «no podemos tomar decisiones por nosotros mismos, para eso está el profesor que es el que sabe lo que interesa».

Lentamente, trabajando en equipo, leyendo, debatiendo entre todos, se va concretando el diseño de la investigación. La superación del bloqueo es lenta; los alumnos tienen grandes dificultades para escucharse y dialogar de manera constructiva para planificar y revisar lo realizado. El profesor sigue siendo indispensable pero a un nivel diferente, pues ya no decide lo que se va a hacer, sino que sus intervenciones facilitan la toma de decisiones colectivas.

Paralelamente se sigue realizando el estudio de los conceptos teóricos. Progresivamente se evidencia el absurdo de esta dicotomía entre teoría e investigación, siendo los mismos alumnos los que plantean la necesidad de intentar conectar, en un modelo único, los dos tipos de actividades. A esta situación se llega muy avanzado el curso y los resultados de estos intentos son escasos, pero lo más importante es el nacimiento de la idea de organizar las actividades. Sobre la base de una investigación y no de un programa de contenidos. El desarrollo de este trascendental cambio se realizará en la segunda fase de la experiencia.

4.4. *Desarrollo de la segunda fase*

En esta segunda fase se consolida el nuevo modelo didáctico y se trabaja en una ampliación y nueva estructuración de los conocimientos biológicos, bajo esquemas organizadores evolutivos y ecológicos. Se mantiene la investigación dirigida, pero con una rápida progresión hacia la investigación autónoma. Los conocimientos ecológicos y evolutivos, así como las vivencias de la investigación de un ecosistema con un fuerte impacto humano, impulsan la asimilación de actitudes proteccionistas hacia la naturaleza.

Todo el desarrollo del curso se estructura en torno a dos investigaciones. Una de ellas es realizada conjuntamente por toda la clase, en tanto que la segunda es distinta para cada grupo de trabajo.

A. *Investigación en común*

En el programa de contenidos de la asignatura Zoología y Biología de Sistemas se incluyen dos materias: Taxonomía y Ecología. Estas materias, descargadas del exceso de datos que suelen rodearlas, se acoplan sin distorsiones con el estudio taxonómico y ecológico de un ecosistema tal como un solar abandonado, que presenta ventajas respecto a otros más espectaculares:

- menor grado de complejidad.
- más accesible (a pocos minutos de marcha en nuestro caso).

- ricos en seres vivos silvestres característicos del medio urbano.
- fuerte impacto humano.

La actividad se centra desde comienzos de curso en el estudio del solar, en base a una programación general realizada por el profesor que establece tan sólo unos objetivos terminales y cuya fundamentación se trabaja previamente.

El profesor suministra documentos de consulta sobre técnicas de observación y descripción, así como sobre otros aspectos del trabajo de campo y de laboratorio. También elaborará los guiones que servirán de orientación en las primeras salidas. Se inicia el estudio con la investigación de un aspecto muy concreto y llamativo (una planta muy abundante en esas fechas de comienzo de curso, el pepinillo del diablo). Se estudian a fondo sus características morfológicas y su relación con otros seres vivos del solar. Este mismo esquema de trabajo se aplica a otras plantas que comienzan entonces su desarrollo, siguiendo su desarrollo paso a paso y su relación con otras especies.

Partiendo siempre de sus representaciones anteriores, se van trabajando en clase los conceptos biológicos que surgen del estudio de campo, alentándose a los alumnos a realizar una labor «terapéutica», en el sentido de expresar sus ideas y dudas sin trabas para contrastarlas en común y facilitar su perfeccionamiento.

Así pues, el programa de contenido no se desarrolla secuencialmente, según una sucesión preordenada de temas, sino siempre al hilo de la investigación directa del solar. De esta forma, un mismo concepto o aspecto concreto puede surgir varias veces a lo largo del estudio en contextos algo diferentes, lo que facilitará su generalización.

Se avanza al mismo tiempo en la determinación de los componentes del ecosistema y en la comprensión de su funcionamiento. Las informaciones parciales referidas a cada especie se van relacionando en sesiones de trabajo expresamente destinadas a ello, en las que adquiere un papel fundamental el cuaderno de campo. Los datos procedentes de otras fuentes se van añadiendo a los obtenidos directamente para lograr un conocimiento coherente.

Las actividades de campo ocupan una hora como mínimo cada semana. Las primeras salidas son muy dirigidas en cuanto a los objetivos y las normas generales de actuación. El profesor facilita información técnica cuando se le solicita sobre el terreno, pero remite al emisor las preguntas concretas del tipo «¿esto que es?», «por qué...», etc., incitándole a buscar, describir y tratar de encontrar respuestas por ellos mismos. Más adelante las instrucciones se irán haciendo más generales, otorgando un mayor grado de autonomía a los grupos, que acabarán autoprogramando su trabajo.

Hacia el mes de mayo, los alumnos dispondrán de los datos personales incluidos en sus cuadernos de campo, así como de los elaborados en las sesiones conjuntas de recapitulación y de todos los de tipo teórico que se hayan añadi-

do, pasando entonces a elaborar un informe final sobre el solar. Dicho informe se realizará individualmente, intentando hacer una síntesis de toda la información que describa ordenadamente los componentes del ecosistema y los aspectos funcionales investigados.

La valoración del informe se hará según criterios previamente comunicados a los alumnos. Los principales son:

- riqueza de datos
- integración adecuada de las observaciones y los datos teóricos
- originalidad expositiva y cuidado en la presentación.

La elaboración de este informe se concibe como un auténtico proceso de construcción y exposición personal, de ahí que se insista reiteradamente a los alumnos la necesidad de realizarlo individualmente y primar la originalidad.

Una vez revisados los informes se devuelven a sus propietarios, que dispondrán así de una monografía valiosa, y de la que muchos se sentirán orgullosos, para su trabajo escolar.

B. *Investigación de grupo*

Con este tipo de investigación se pretende que el alumno haga progresos hacia el conocimiento de sus intereses concretos e incremente su capacidad para proyectar y ejecutar una investigación más autónomamente.

Las frases de este tipo de investigación son las siguientes:

1. Elección de tema.
2. Realización de un proyecto detallado.
3. Discusión y aprobación o modificación del proyecto.
4. Realización del estudio.
5. Elaboración de un informe escrito sobre la investigación efectuada.
6. Breve exposición y discusión conjunta de cada estudio.
7. Exposición voluntaria en la Semana de la Investigación.

La *elección sobre el tema* deberá hacerse teniendo presente:

- a) Que se refiera al campo de las ciencias biológicas y, salvo excepciones, se centren en niveles de organización elevados: organismo, población, ecosistema.
- b) Que se trate de un tema muy concreto (relativamente), estudiado en profundidad.

- c) Que sea original, o sea distinto de los elegidos por los otros alumnos y distinto de los investigados en años anteriores (cuyos informes estarán recogidos en los archivos).

El profesor orienta la elección de tema aportando ejemplos de investigaciones anteriormente realizadas y comentando los posibles campos para su búsqueda.

Los alumnos suelen carecer de preferencias claras. Su primera decisión se toma en muchas ocasiones por exclusión: «de bichos nada». Con mucho esfuerzo llegan a acuerdo sobre una especie o un tipo de ecosistema. En otros casos, los menos, se llega a una elección sobre un fenómeno (agresividad, percepción, aprendizaje, etc.), determinándose más tarde la especie concreta en que se investigará.

El siguiente paso es delimitar el objeto de estudio más precisamente. Esta es una tarea muy complicada para la mayoría. Sus primeras ideas responden en una proporción sorprendentemente alta al modelo:



un modelo muy poco evolucionado de investigación que coincide en gran manera por los descritos por Giordan (1978) para los sujetos de 11-12 años.

Por otra parte, asimilan por lo general toda actividad de investigación al modelo estereotipado que transmiten los medios de comunicación y la misma escuela, caracterizado por una metodología rígida en la que siempre hay unas observaciones seguidas de unas hipótesis, unos experimentos, etc., y por unos científicos algo extraños, rodeados de extraños aparatos, que mezclan líquidos o provocan los más sorprendentes resultados:

Así, formulan ideas como éstas:

— «Estudiaré las carpas rojas. Echaré en el agua detergente y distintos tipos de comida para ver su conducta».

— «Pondré semillas de lenteja con diferentes cantidades de agua, en el interior y en el exterior y comprobaré cómo varía el crecimiento».

Queda fuera de la idea más generalizada de investigación todo estudio que no se base en provocar estímulos, en «experimentar», por lo que será necesario insistir en las distintas modalidades investigativas, lo que se hará evidente, por otra parte, cuando consulten el archivo para buscar ideas.

El *proyecto de investigación* debe intentar prever el mayor número de detalles de todo tipo, empezando por los objetivos del estudio, bien especificados, y deteniéndose especialmente en el diseño de los métodos que se emplearán, tanto para la toma de datos como para la ordenación y el análisis de los mismos.

En esta fase de la investigación de pequeño grupo, el profesor se pone a la disposición de los alumnos para revisar críticamente los proyectos, intentando que lleguen a detectar los defectos y limitaciones que éstos posean, pero sin proponer soluciones, que habrán de ser encontradas por los alumnos. En el momento en que consideren acabado su proyecto y no tengan dudas, quedará aprobado y podrán pasar a realizar la investigación.

El *informe escrito* lo organizarán en base al modelo usual de redacción de los informes científicos, pudiendo variar según el carácter descriptivo o experimental del diseño. Hemos observado una cierta resistencia a adoptar un modelo expositivo prefijado y muchas equivocaciones al hacerlo, por errores de comprensión del significado de los términos que encabezan cada uno de los apartados. En muchos casos emplean formas expositivas personales, con criterios de organización y secuenciación de la información distintos y a veces muy difusos.

La *discusión conjunta* de los informes es fundamental para hallar el sentido social, respecto a la clase, de los estudios. Dado que en una misma clase, de unos 60 alumnos, pueden realizarse unas 20 investigaciones distintas (si se limita como en nuestro caso el número de componentes a tres), estas puestas en común adquieren un gran valor educativo. Por ello debe reservarse un tiempo suficiente que en nuestro caso puede llegar hasta un mes o mes y medio (15 a 20 horas).

En el mes de mayo, hacia finales, se desarrolla la *Semana de la Investigación*, en la que los alumnos que lo desean exponen mediante murales e informes los estudios realizados en el ámbito de cualquiera de las asignaturas existentes en la E. U. M. realizados. Paralelamente se organizan mesas redondas y conferencias sobre aspectos teóricos de la metodología investigativa y el modelo didáctico basado en la investigación, así como experiencias concretas escolares.

5. VALORACION Y PERSPECTIVAS

Nuestra experiencia está condicionada por un conjunto de factores que podríamos agrupar en dos tipos:

1. Las limitaciones que tienen su origen en el sistema educativo e inciden sobre los alumnos.
2. Las que con idéntico origen inciden sobre nosotros mismos.

De entre las primeras queremos destacar los efectos demoledores de las calificaciones. Multitud de iniciativas y de posibilidades se extinguen cuando son valoradas por los alumnos en función de su rendimiento evaluativo. El proceso deformante que todos hemos sufrido desde la niñez conduce a un aprendizaje muy profundo que podría enunciarse así: «lo único que me interesa en la vida académica es saber responder las preguntas de los profesores como a ellos les gusta para obtener unas calificaciones que satisfagan mis pretensiones». La ta-

rea más compleja con que nos enfrentamos es la de «desbloquear» al alumno y liberar sus posibilidades de creación e imaginación, luchando contra sus hábitos académicos y la obsesión, perfectamente lógica y comprensible, por las calificaciones. Ello supone un desgaste de tiempo y de energías impresionante, sobre todo si se tiene en cuenta que al factor calificaciones se unen otros como la existencia de unos planes de estudio muy inadecuados y unos horarios sobrecargados, todo lo cual coloca al alumno en una situación de la que difícilmente puede sacársele sin que previamente se modifique la situación que se ha descrito.

Pero el sistema educativo también ha influido e influye sobre nosotros. La superación de nuestras deformaciones y el esfuerzo autodidacta para alcanzar una profesionalidad que no poseíamos nos ha restado unas energías que por supuesto han sido bien empleadas, pero podrían haberse dirigido hacia la resolución de las cuestiones que hasta este momento no hemos sido capaces de abordar.

Comenzamos a percibir con claridad el modelo didáctico implícito en nuestra práctica, pero somos conscientes del campo de incertidumbres en que aún nos movemos en muchos aspectos. Por esta razón encontramos nuevas motivaciones para seguir profundizando nuestra práctica en una serie de líneas que ahora enunciamos:

1. Incrementar nuestro conocimiento sobre la evolución de las actitudes y valores de los alumnos a lo largo de su proceso educativo con nosotros (especialmente las actitudes científicas, las relativas al medio y al trabajo cooperativo).
2. Idem respecto a las representaciones espontáneas de los alumnos y su relación con los conocimientos memorizados.
3. Mejorar nuestros procedimientos y sistematización y análisis de las conductas y las producciones.
4. Completar el modelo didáctico expuesto para mejorar uno de sus puntos más débiles, la facilitación de los procesos de conceptualización sobre la base del conocimiento adquirido mediante el contacto directo e investigativo con la realidad.

Tenemos la esperanza de estar contribuyendo con nuestro trabajo a la generalización de un tipo de escuela que, junto con otras cualidades a las que no nos hemos referido pero que son igualmente importantes, favorezca el desarrollo intelectual y la maduración personal, de forma que cada vez un número mayor de personas se apropien del saber y de la ciencia, lo que nos acercará sin duda a la democratización del poder.

BIBLIOGRAFIA

- BENEJAN, P. (1983). «La formación inicial de los maestros». *I Congreso de Movimientos de Renovación Pedagógica*.
- BUNGE, M. (1969). *La investigación científica*. Barcelona, Ariel.
- CAÑAL, P., GARCIA, J. E., PORLAN, R. (1981). *Ecología y escuela. Teoría y práctica de la Educación Ambiental*. Barcelona, Laia.
- CARRETERO, M. (1979). «¿Por qué flotan las cosas? El desarrollo del pensamiento hipotético-deductivo y la enseñanza de la ciencia». *Infancia y aprendizaje*.
- COLL, C. (1978). *La conducta experimental en el niño*. Barcelona, CEAC.
- FILLOUX, J. (1975). *Crisis en la didáctica*. Madrid, Narcea.
- GIMENO, J., FERNANDEZ, M. (1980). *La formación del profesorado de EGB*. Madrid, MEC.
- GIMENO, J., PEREZ, A. (1983). *La enseñanza: su teoría y su práctica*. Madrid. Akal Universidad.
- GIORDAN, A. (1978). *La enseñanza de las ciencias*. Madrid, Pablo del Río/Siglo XXI. 1982.
- HOST, V. (1978). «El lugar de los procedimientos de aprendizaje espontáneo en la formación científica». Trad. esp. en *Infancia y Aprendizaje* (1982).
- KARMILOFF, A., INHELDER, B. (1974). «Si quieres avanzar, hazte con una teoría». Trad. esp. en *Infancia y Aprendizaje*.
- LOPEZ, A., y otros. (1983). *Docencia universitaria y actividad creadora*. ICE de la Universidad Autónoma de Barcelona.
- PIAGET, J. (1967). *La psicología de la inteligencia*. Trad. cast. Barcelona, Grijalbo, 1983.
- PIAGET, J. (1969). *Psicología y pedagogía*. Trad. cast. Barcelona, Ariel, 1971.
- PORLAN, R., CAÑAL, P., GARCIA, J. E. (1984). «Una experiencia de Educación Ambiental en la formación de maestros». *Cuadernos de Pedagogía*.
- PUJOL, J., NADAL, M. (1981). «Recetario no médico ni vigente sobre talleres de experimentación en los primeros cursos». *Reforma de la Escuela*.
- ROGERS, C. (1961). *El proceso de convertirse en persona*. Buenos Aires, Paidós.
- SASTRE, G., MORENO, M. (1980). *Descubrimiento y construcción de conocimientos*. Barcelona, Gedisa.
- TONUCCI, F. (1974). *La escuela como investigación*. Barcelona, *Reforma de la Escuela*.
- WARD, B., TIKUNFF, W. Y. (1975). «An interactive model of research and development in teaching». San Francisco. Far West Laboratory for Educational Research and Development.