

**LA NUEVA
ENSEÑANZA
DE LAS CIENCIAS
EXPERIMENTALES**



**EL PROFESOR ANTE LOS NUEVOS ENFOQUES
CURRICULARES DE LA ENSEÑANZA BÁSICA Y SECUNDARIA**

III SIMPOSIO 1984

**LA NUEVA
ENSEÑANZA DE LAS
CIENCIAS
EXPERIMENTALES**



**MINISTERIO DE EDUCACION Y CIENCIA
SUBDIRECCION GENERAL DE PERFECCIONAMIENTO
DEL PROFESORADO
1985**

DATOS CATALOGRAFICOS DEL CENTRO NACIONAL DE
INVESTIGACION Y DOCUMENTACION EDUCATIVA

SIMPOSIO «EL PROFESOR ANTE LOS NUEVOS ENFOQUES CURRICULARES DE LA ENSEÑANZA BÁSICA Y SECUNDARIA» (3.º, 1984. Madrid).

La nueva enseñanza de las ciencias experimentales: III Simposio organizado por la Subdirección General de Perfeccionamiento del Profesorado. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia, 1985. 185 págs., 21 cm.

I.S.B.N.: 84-369-1191-1.

1: Ciencias de la naturaleza. 2: Física. 3: Química. 4: Enseñanza. 5: Programa de estudios. 6: Aprendizaje. 7: Perfeccionamiento de profesores. 8: Enseñanza primaria. 9: Enseñanza secundaria. 10: España. 11: Reino Unido. 12: Francia.



© MINISTERIO DE EDUCACION Y CIENCIA
Subdirección General de Perfeccionamiento del Profesorado.

Se prohíbe la reproducción total o parcial del texto de esta obra, sin autorización expresa del Servicio de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia.

Edita: Servicio de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia.
1.ª edición: Junio 1985. Tirada: 1.000 ejemplares.

Imprime: Impresos y Revistas, S. A. (IMPRESA). Torneros, 58.
Polígono Industrial Los Angeles. GETAFE (Madrid).

I.S.B.N.: 84-369-1191-1.

Depósito Legal: M. 15.200-1985.

Printed in Spain - Impreso en España.

Indice

— Presentación	7
— La evaluación del sistema de enseñanza de la física en el bachillerato como base para el diseño de nuevos programas (J. Otero)	11
— La enseñanza de la biología. Situación actual (A. Gené)	35
— Revisión de la enseñanza de las ciencias en Gran Bretaña (R. W. West)	53
— El concepto de energía en el proyecto SCIIS (Herbert D. Thier)	67
— La reforma de la enseñanza de las ciencias físicas y químicas en Francia (R. Viovy)	81
— La enseñanza de las ciencias desde el punto de vista del que aprende (J. Del Val)	101
— La enseñanza de las ciencias experimentales en el ciclo medio y superior de E.G.B. (Luis del Carmen)	117
— Una experiencia de trabajo (Departamento de Ciencias del I.E.P.S.)	123
— El aprendizaje de las ciencias como cambio conceptual y metodológico (D. Gil Pérez)	129
— Didáctica de las ciencias experimentales a nivel E.G.B., EE. MM., C.O.U. (F. Agulló López)	139

— Formación básica en ciencias experimentales (F. González Bernáldez)	141
— La enseñanza de las ciencias (Mesa redonda de alumnos)	143
— Resultados de la encuesta realizada en el Simposio	146
— Grupos de trabajo de ciencias representados en el Simposio ...	149

Presentación

El plan de actuación de la Subdirección General de Perfeccionamiento del Profesorado preveía, entre otras tareas a abordar, la celebración de doce simposios internacionales a lo largo de 1984. El tercero de ellos, cuyas actas presentamos ahora, tuvo lugar la última semana del mes de marzo y constituyó un encuentro fructífero entre docentes de Educación General Básica y Enseñanzas Medias, propiciando la discusión y contraste de soluciones para el aula, así como la exposición y debate sobre temas de vanguardia en la investigación aplicada a la docencia de las ciencias experimentales.

El programa del Simposio se centró básicamente en la innovación curricular de la enseñanza básica y media y abordó cuestiones relacionadas con la integración de las clásicas disciplinas en proyectos docentes de mayor coherencia científica y didáctica. El perfeccionamiento y actualización del profesorado se basó en la autonomía del docente para desarrollar y concretar en unas situaciones precisas su actividad curricular, todo ello dentro de una panorámica que pretende presentar a la ciencia no como algo cerrado e intocable, sino susceptible de controversia y sujeto a revisiones.

Asistieron al Simposio unos 250 profesores, habiéndose hecho previamente una distribución de plazas, de modo que el 70 por 100 de los asistentes habían sido propuestos por los responsables de educación de las comunidades autónomas y directores provinciales, teniendo en cuenta el número proporcional de enseñantes de cada zona.

De todos modos, para dar coherencia a los planteamientos del Simposio, se quiso que los asistentes pertenecieran a grupos de trabajo estables o

fueran personas de las que constara un consolidado interés en la renovación de la enseñanza de las ciencias experimentales.

Por los demás, el carácter internivelar del Simposio propició el contacto de dos niveles educativos —primario y secundario— que, si bien son contiguos, a menudo desarrollan su trabajo en perfecto desconocimiento.

Los objetivos del Simposio cabría formularlos así:

- Panorámica española actual de la enseñanza de las ciencias experimentales.
- Búsqueda de una conexión entre grupos de trabajo diferentes.
- Hacer una prospección sobre el futuro inmediato de la enseñanza de las ciencias experimentales.

Las líneas generales del Simposio fueron perfiladas por un equipo coordinador que tuvo en cuenta, por un lado, los distintos niveles educativos que imparten enseñanzas de ciencias experimentales (E.G.B., B.U.P., F.P., Universidad), así como las denominaciones concretas adscritas al concepto *experimentales*: física, química, ciencias naturales. Se intentaba, igualmente, que dicho equipo estuviera constituido por docentes vinculados a los diversos grupos de trabajo existentes en España; las personas que lo constituían fueron:

ANA OÑORBE, asesora de Ciencias Experimentales de la Subdirección General de Perfeccionamiento del Profesorado;

FRANCISCO BENITO, profesor de Ciencias Naturales de Formación Profesional;

RAFAEL LLOPIS, profesor de Física y Química de Bachillerato y de Colegio Universitario;

JUAN NIEDA, profesor de Ciencias Naturales de Bachillerato;

JOSE OTERO, profesor de Física General de Universidad;

JOSE R. SANCHEZ MORO, asesor de Medio Ambiente de la Subdirección General de Perfeccionamiento del Profesorado.

Los núcleos fundamentales de trabajo del Simposio fueron tres:

1. *Análisis de la situación española en la enseñanza de las ciencias experimentales:*

- Presentación de ponencias sobre este tema dentro de las ciencias naturales y de las ciencias físicas.
- Mesa redonda con cuatro representantes de grupos de trabajo estables, que presentarán líneas amplias de trabajo.
- Comunicaciones simultáneas de otros grupos en niveles educativos distintos y asignaturas también distintas.
- Mesa redonda con asistencia de alumnos.
- Informe de la Asociación Nacional de Editores de Libros de Enseñanza.

2. *Futuro de la enseñanza de las ciencias:*

- La enseñanza de las ciencias en otros países:
 - El proyecto «Secondary Science Curriculum Review», de Gran Bretaña.
 - La reforma de la enseñanza secundaria en Francia.
 - Tendencias de ciencia integrada, desarrollado por la UNESCO.
 - El proyecto «Science Curriculum Improvement Study», de California.
- Mesa redonda: «La Universidad y la Enseñanza Básica y Media».
- Mesa redonda: «Ciencia y mundo del trabajo».
- Ponencia: «Psicología del aprendizaje y enseñanza de las ciencias».
- Informe de la Asociación de Enseñanza de las Ciencias.

3. *Estrategias del cambio:*

- Líneas de los nuevos programas del ciclo superior de E.G.B.
- Reforma de las Enseñanzas Medias en curso.
- El perfeccionamiento del profesorado y su incidencia en la enseñanza innovadora.

Todas estas actividades sirvieron para cubrir fundamentalmente la información sobre las etapas de enseñanzas comprendidas entre los 12 y los 16 años (ciclo superior de E.G.B. y primer nivel de enseñanzas medias), sin separar las asignaturas clásicas del área de ciencias experimentales.

El Simposio permitió el acopio y distribución de cuantiosa información sobre las líneas de trabajo de los diferentes grupos asistentes, y teniendo en cuenta que concurren grupos de larga y consolidada tradición, con otros de creación reciente, se desarrolló un intercambio de experiencias enriquecedor.

Ya como final, reseñamos los datos más relevantes de la encuesta que se pasó el último día del Simposio, y a la que contestaron 117 congresistas.

El 90 por 100 de los asistentes eran profesores en ejercicio, distribuidos en diversos niveles educativos:

E.G.B.	15 %
B.U.P.	41 %
F.P.	18 %
E.U.	26 %

Respecto al tratamiento conjunto de los dos niveles educativos y de las distintas asignaturas del área de ciencias experimentales, un 88 por 100 considera acertado este planteamiento integrador, y un 70 por 100 pide que en futuras ocasiones se contemple la posibilidad de incluir las matemáticas y la tecnología.

Tanto la selección del programa como la calidad general de las ponencias fueron consideradas entre interesantes y aceptables.

La encuesta incluía un apartado sobre la formación continua del profesorado y en él un 65 por 100 de los encuestados opinó que debía ser obligatoria, mientras que su realización debía de hacerse, en primer lugar, fomentando los trabajos en equipo y, en segundo lugar, mediante cursillos de formación. Buen número de los encuestados se inclinaban por una fórmula mixta.

Por fin, a la pregunta sobre la forma de estimular al profesorado en su propia formación, más del 75 por 100 de los encuestados pedían una disminución del horario, mientras un 30 por 100 pedían un incentivo económico y un 25 por 100 pedían que se tuviera en cuenta para su valoración dentro de la carrera docente; algunos encuestados optaban por emplear más de una vía de incentivación, de ahí que el total supere el 100 por 100.

En definitiva, creemos que nuestro Simposio sirvió para contribuir a la plasmación de una nueva línea de trabajo en el diseño curricular, actualizada, abierta y dinámica, y, si bien su incidencia no puede ser decisiva, dado el número reducido de asistentes respecto al colectivo de enseñantes del país, estamos seguros de que habrá servido para avanzar hacia la autonomía y dinamización de la labor de los docentes.

Ana M.^a OÑORBE DE TORRE

La evaluación del sistema de enseñanza de la física en el bachillerato como base para el diseño de nuevos programas

José OTERO
Universidad de Alcalá

Los programas de enseñanza del nivel secundario se encuentran en un momento de cambio. Un primer paso en este proceso fue la aparición del documento «Las enseñanzas medias en España» (M.E.C., 81), que abrió un período de consulta a todos los interesados por la transformación de este nivel del sistema educativo. El nuevo equipo ministerial continúa la anunciada reforma de las Enseñanzas Medias.

Un diseño adecuado de un nuevo programa educativo debe fundamentarse en datos sobre el estado actual del sistema de enseñanza (problemas y logros) y sobre las necesidades a que debiera servir ese sistema. En esta línea podían encontrarse en el documento que se acaba de mencionar algunos datos consistentes principalmente en estadísticas del alumnado, profesores y centros, en este nivel de la enseñanza. Pero, en general, nuestro sistema educativo sufre de una falta importante de información sobre su propio estado (al menos información que sea accesible al investigador), tanto en lo que respecta al conocimiento del contexto en el que tiene lugar su funcionamiento, como a los procesos que se dan en él y a los resultados obtenidos: ¿qué métodos de enseñanza, técnica de evaluación, estrategias de recuperación, materiales audiovisuales, etc., usan la mayoría de los profesores de física?, ¿qué conseguimos que aprendan los alumnos sobre el entorno natural que les rodea?, ¿qué aprenden sobre las influencias mutuas entre ciencia-tecnología-sociedad?, ¿cuál es la efectividad que han tenido, para los profesores de física, los cursos del Plan Nacional de Formación del Profesorado?, ¿cuántos alumnos de los que cursan física en el bachillerato se dirigen posteriormente a carreras de ciencias?, ¿tiene alguna utilidad para el profesorado, inspectores y autores de libros de texto, los objetivos y orientaciones metodológicas para la enseñanza de la física propuestos por el Ministerio? Estos y otros muchos son interrogantes que, en nuestro sistema educativo, al menos hasta hace muy poco, todavía esperaban una respuesta basada en datos objetivos.

Por otra parte, los documentos producidos hasta el momento por los responsables actuales de la reforma (a juzgar, de nuevo, por la información accesible al investigador) parecen orientarse decididamente a la proposición y ensayos de *respuestas* a problemas que nunca han merecido un estudio detallado.

Aun sin plantear una estrategia precisa para la renovación de la enseñanza de la física en el nivel secundario (la complejidad de los procesos de innovación y cambio de educación haría necesario un estudio detenido) creemos que un trabajo de utilidad, cualesquiera que sean los cambios que se introduzcan y los mecanismos que se usen para ello, es la identificación precisa del estado actual de la enseñanza de la física en nuestro país para identificar con precisión los problemas que se plantean. Para ello es necesario evaluar los aspectos más importantes de la enseñanza de la física en los cursos de este nivel.

En esta línea se ha realizado el trabajo de evaluación (1), cuyos resultados más importantes se sintetizan a continuación. Dentro del proyecto se examinan las características del proceso de planificación de los programas (Otero, 1983), los objetivos de la enseñanza de las ciencias experimentales como parte de la educación general (Otero, Aguirre de Cárcer, Bourgeal y Conde, 1983), los libros de texto de Física del bachillerato (Otero, Aguirre de Cárcer, Velarde y Little, 1982), y el funcionamiento de la enseñanza de la Física en centros públicos y privados de Madrid capital a través de una encuesta al profesorado (Otero, Bourgeal, Cerezo y Conde, 1983).

En las líneas que siguen se describe brevemente, en primer lugar, el modelo de evaluación usado. A continuación se sintetizan los resultados más significativos en cada una de las partes que se acaban de indicar. En los documentos originales puede encontrarse un tratamiento más extenso de cada uno de los apartados.

I. EL MODELO DE EVALUACION

Existe gran variedad de modelos y concepciones de la evaluación de programas de enseñanza (entre ellos, Tyler, 49; Scriven, 69; Parlett y Hamilton, 72; Stake, 67; Stufflebeam, 71). El uso de modelos preestablecidos para el trabajo que nos ocupa tiene ventajas e inconvenientes. Entre las primeras, está el que muchos de estos modelos son producto de un trabajo considerable de creación y perfeccionamiento. El individuo o equipo dedicados a un trabajo específico de evaluación, como es nuestro caso, carecen en general del tiempo necesario para la creación de modelos de evaluación originales. Por otro lado, el uso de un modelo ajeno ayuda a evitar sesgos personales del evaluador —tratar, por ejemplo, sólo ciertos aspectos del problema— y obliga a introducir cierta formalización en el proceso de evaluación.

(1) El trabajo tuvo su inicio en un proyecto de investigación educativa financiado por el I.N.C.I.E., dentro del IX Plan (1979), dirigido por el profesor M. G. Velarde.

Entre los inconvenientes que aparecen está la dificultad de aplicar en el contexto en que nos encontramos, modelos de evaluación desarrollados para otros sistemas de enseñanza (anglosajones en general).

Por todo ello, optamos por una solución de compromiso (que, por otro lado, parece intuitivamente obvia): aprovechar alguno de los modelos mencionados más arriba, adaptándolos a las necesidades de la situación que nos ocupa. El modelo de evaluación propuesto por Stake en su artículo clásico «The Countenance of Educational Evaluation» (1967) reúne una serie de condiciones que lo hacen de la mayor utilidad para el trabajo que hemos esbozado.

El modelo de evaluación de Stake

Stake plantea inicialmente la alternativa conocida en los objetivos de la evaluación: describir un programa de enseñanza o juzgar su mérito. La primera aportación de su modelo es incorporar ambos objetivos: el evaluador ordena sus datos en una matriz de *descripciones* y una matriz de *juicios*.

La matriz de descripciones se compone de datos relativos a las observaciones del programa de enseñanza y datos relativos a lo que se intenta con el mismo programa. Describir el programa de enseñanza de la física en el B.U.P. y C.O.U. implica, por tanto, recopilar datos sobre los intentos u objetivos del programa. Se pretende, por ejemplo, que los alumnos de este nivel «comprendan los fenómenos naturales, científicos y técnicos de su entorno» («B.O.E.», 18-IV-75), que la «enseñanza sea activa y motivadora» (ibíd.) y que los profesores de este nivel reúnan «una formación pedagógica adecuada a cargo de los Institutos de Ciencias de la Educación» (L.G.E., art. 102, apart. 2). Por otra parte, se pueden recopilar datos sobre la realidad observada: averiguar, mediante la prueba adecuada, qué aprenden realmente los alumnos sobre los fenómenos naturales que les rodean, qué tiempo se dedica en el aula a actividades realizadas por los alumnos y cuál es la formación pedagógica real de los profesores de física en el bachillerato. El evaluador describe observaciones e intentos estableciendo comparaciones entre ambos. Stake llama a este tipo de comparaciones «de congruencia».

Dentro de la matriz de descripciones se pueden distinguir observaciones e intentos correspondientes a tres grupos de variables diferentes: antecedentes, transacciones o procesos y resultados. Los primeros se refieren a «cualquier condición existente antes de que se lleve a cabo la enseñanza y el aprendizaje y que pueda afectar a los resultados» (Stake, op. cit. pág. 528). Por ejemplo, la dotación de la biblioteca o de material de prácticas en el laboratorio.

Las transacciones son «los múltiples contactos entre estudiante y profesor, estudiante y estudiante, autor y lector, padre y orientador: la sucesión de interacciones que constituyen el proceso educativo» (Stake, op. cit. pág. 528). El tiempo que cada profesor reserva para actividades de los alumnos en el aula, por ejemplo, sería una variable referente a las transacciones.

Por último, los resultados se refieren básicamente a los obtenidos por los alumnos, aunque también se pueden considerar cambios en los profesores o en otras personas que participan en el funcionamiento del sistema de enseñanza.

Existe un segundo tipo de comparaciones que Stake engloba en la llamada «matriz de juicios». En este caso, el objetivo es juzgar la calidad del programa. Pero este juicio puede ser realizado con diferentes criterios. Para el propósito de este trabajo se han limitado los juicios, fundamentalmente a aquellos basados en la teoría educativa sobre los aspectos que se evalúan.

El esquema de Stake proporciona un modelo comprensivo y útil por la evaluación de un programa de enseñanza como el que nos ocupa. En nuestro sistema de enseñanza de la física en el B.U.P. y C.O.U. se pueden identificar intenciones, tanto en lo que se refiere a antecedentes como a procesos o resultados: la L.G.E. y las disposiciones más concretas especifican con cierto detalle la situación esperada de los antecedentes, normas de funcionamiento y los resultados —aunque sea de manera vaga— que se espera que alcancen los alumnos. De acuerdo con esto pueden establecerse las comparaciones de congruencia correspondientes con la realidad observada.

Por otra parte, interesa especialmente comparar tanto lo que se observa como lo que se intenta en nuestro sistema de enseñanza de la física con criterios exteriores al propio programa buscando la mejora y superación del estado actual.

Los resultados de las comparaciones anteriores, proporcionados a los responsables de la toma de decisiones, pueden dar lugar a diferentes actuaciones. En lo que respecta a las comparaciones de congruencia, una disparidad entre realidad observada e intentos, tal como aparecen en la normativa ministerial vigente hasta el momento, puede dar lugar a una modificación de la normativa para adecuarla a la realidad (rebajar la exigencia de horas de trabajo en el laboratorio, por ejemplo) o a una actuación sobre la realidad observada para adecuarla a las intenciones (organización de cursillos al profesorado para la potenciación de las actividades experimentales en los centros de enseñanza).

De la misma forma, en lo que se refiere a los juicios que muestren discrepancias entre criterios y realidades de nuestro sistema, se puede actuar cuestionando el criterio que presentamos y en último caso descalificándolo como no pertinente o, al contrario, tratando de modificar la realidad observada para que se adapte al criterio, ya sea éste absoluto (en nuestro caso, recomendaciones de la teoría educativa, como hemos indicado) o relativo (otro programa de enseñanza).

En cualquier caso, es evidente la necesidad de identificar la discrepancia antes de tomar ninguna medida correctora.

II. LA PLANIFICACION DE LOS PROGRAMAS DE ENSEÑANZA DE LA FISICA VIGENTES ACTUALMENTE

De acuerdo con el esquema que se ha expuesto más arriba, se describen a continuación las características más destacadas del procedimiento de planificación, tal como se materializó en la producción de los programas de Física y Química de B.U.P. del año 1975 y en el programa de C.O.U. del año 1978. Se presentan, al mismo tiempo, los criterios que permiten efectuar comparaciones con la realidad observada.

Centralización de la planificación y procedimiento de difusión

La planificación de los programas de enseñanza de Física y Química se lleva a cabo por las autoridades ministeriales y un grupo de profesores de Física y Química de la enseñanza estatal. El papel del profesorado que participó en la elaboración de los programas fue limitado, tanto por el tiempo que dedicaron a ello (menos de tres meses para los programas de B.U.P.) como por el hecho de que las autoridades ministeriales tomaron importantes decisiones sobre los programas, modificando las propuestas del profesorado consultado.

Este sistema de planificación centralizada va acompañado de un modelo de difusión «centro-periferia» (Schon, 70) de los programas. La difusión desde el equipo central que confecciona los programas está basada fundamentalmente en la comunicación a través del «B.O.E.».

La concepción del proceso de cambio que subyace a este tipo de actuación es extremadamente simple e ingenua. Una posible consecuencia es la actitud de rechazo por parte del profesorado al sentirse poco implicado en la elaboración de los programas (véanse en el último apartado los resultados de la encuesta sobre «Actitudes hacia la enseñanza y el sistema educativo»). Fenómenos similares han sido ya observados en otros sistemas educativos (Rudduck, 76, pág. 79).

Instrucciones generales y desarrollo independiente de los libros de texto

Las autoridades educativas centrales especifican las horas que se deben dedicar a clases teóricas y laboratorio, los contenidos, orientaciones metodológicas y algunos objetivos poco precisos. En el caso del C.O.U., se indican también las prácticas que se deben realizar.

Una vez que las autoridades educativas han comunicado estas líneas generales, los autores y editores privados producen el material concreto de enseñanza, fundamentalmente libros de texto. La concepción de «programa de enseñanza» o «currículum» cuyo diseño está encomendado a las autoridades educativas centrales no incluye los libros de texto o, en general, los materiales de enseñanza.

Esta concepción limitada de la planificación del currículum representa una diferencia con respecto a los procedimientos anglosajones. En éstos el desarrollo del currículum comprende la producción de: materiales para el alumno (libros de texto, libro de ejercicios, lecturas adicionales, etc.), guía del profesor (en la que se suele incluir una explicación del fundamento pedagógico del currículum, objetivos generales, materiales adicionales para ampliación de los conocimientos del profesor sobre diversos temas, etc.), instrumentos de evaluación, recursos materiales (modelos, mapas, etc.) y medios audiovisuales (Lewy, 78, págs. 48-53).

Debe destacarse el hecho de que ni por parte de las autoridades educativas centrales ni de los autores independientes (con algunas excepciones que parecen tener poca difusión) se producen guías del profesor, elemento que podría jugar un papel importante en la definición del currículum.

El grado de generalidad de las instrucciones que constituyen el programa de enseñanza es superior al que puede encontrarse en programas planificados de forma similar al español, como son los franceses.

Fundamentación del programa

La reforma del sistema educativo plasmada en la L.G.E. fue precedida de un «Libro Blanco» en el que se sentaban las bases de la reforma (Ministerio de Educación y Ciencia, 69). Esta obra incluye una descripción del estado del sistema, dedicando un capítulo a la Enseñanza Media. En una segunda parte sienta las «bases para una política educativa».

Aun cuando en la primera parte no se citan estudios o datos concretos que apoyen a la mayoría de las observaciones que se hacen sobre el estado de la Enseñanza Media (M.E.C., op. cit., págs. 61-74), la descripción intenta establecer, de manera correcta, el punto de partida sobre el que deben operar los nuevos programas. Sobre esta base, en la segunda parte, se incluye un conjunto de recomendaciones para una orientación adecuada de los nuevos programas:

En la elaboración de los planes de estudio y programas se tendrán en cuenta los factores condicionantes que imponen la realidad psicológica, la sociológica y la cultural. (M.E.C., op. cit., pág. 218).

Estas recomendaciones, coincidentes globalmente con las que se pueden encontrar en la literatura educativa (véase, por ejemplo, Saylor, 72, cap. 3), no se materializan en programa alguno de fundamentación de los planes de estudio de la física, o de investigación en todas o alguna de las tres áreas fundamentales que apunta el informe anterior: «La realidad psicológica... La realidad sociológica... La realidad cultural».

El breve tiempo transcurrido entre el inicio de los trabajos (octubre) y la presentación de la propuesta para el B.U.P. (diciembre), no parece que permitiese la realización de trabajo alguno de fundamentación o, simplemente, de recopilación de posibles estudios, ya realizados, que fuesen útiles para el diseño de los programas de física y química.

Proceso de prueba y revisión

Generalmente se recomienda la puesta a prueba y revisión del currículum (Schaffarzit, 75, pág. 224), es decir, su evaluación formativa, antes de proceder a su implantación generalizada.

Los programas de B.U.P. del año 75 al igual que los de C.O.U. del año 1978, no sufrieron prueba alguna antes de su publicación en el «B.O.E.».

Equipo de trabajo

El trabajo de diseño de programas de enseñanza es lo suficientemente complejo como para requerir «la participación de personas con competencias diversas» (Schaffarzit, op. cit., pág. 221): profesores de bachillerato, físicos profesionales, pedagogos, sociólogos y psicólogos, al menos.

El equipo encargado del diseño de los programas de B.U.P. estaba constituido únicamente (con independencia de los expertos que trabajasen dentro del Ministerio de Educación, información que no es fácilmente accesible) por profesores de Física y Química de bachillerato de la enseñanza estatal. Los planificadores, por tanto, tienen una formación y experiencia relativamente similar, poco diversificada.

III. OBJETIVOS DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES COMO PARTE DE LA EDUCACION GENERAL

La formación científica que el sistema educativo proporciona a los ciudadanos debe servir objetivos diversos. Entre otros, se cuentan el preparar a los ciudadanos para un trabajo eficaz en la investigación científica, para la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías, para manejar eficazmente la tecnología existente dentro de las distintas profesiones y para interaccionar de forma adecuada con el entorno científico y tecnológico que la sociedad actual ofrece a cualquier ciudadano. Los objetivos de la enseñanza de la ciencia y la tecnología, relacionados con este último aspecto, han sido englobados bajo el concepto de «alfabetización en la ciencia» (Pella, 66).

Esta parte del proyecto está dirigida a la obtención de datos básicos para la planificación de una enseñanza de este tipo que tenga relevancia para la situación social de un futuro inmediato. De acuerdo con lo que se acaba de exponer, resulta esencial disponer, en primer lugar, de datos que permitan conocer el estado actual del sistema de enseñanza. En segundo lugar, es necesario conocer el estado deseable del sistema, tanto en lo que se refiere a los antecedentes como a los procesos o los resultados. Las diferencias entre estado real y estado deseable se traducen en discrepancias que constituyen la base para una planificación del cambio en la dirección adecuada.

Se pretende aquí, por tanto, sintetizar la opinión de un conjunto de expertos en las disciplinas científicas, sobre las metas (en cuanto a conocimientos, habilidades y actitudes científicas) que debiera perseguir la enseñanza de la ciencia como parte de la educación general, con vistas a la situación en que se encontrarán los alumnos actuales en un plazo de diez-quince años.

La opinión de los científicos en activo que se recaba aquí es una de las posibles fuentes de información (Tyler, 49) que se puede tener en cuenta a la hora de establecer los fines de la enseñanza de la ciencia. En nuestra situación resulta de especial interés dada la limitación, apuntada anteriormente, que tradicionalmente existe en la composición de los equipos planificadores de la enseñanza a estos niveles.

Metodología: generación de objetivos mediante la consulta a expertos usando el método Delphi

La proposición de objetivos que debe alcanzar a medio y largo plazo el sistema educativo, en el área de la enseñanza de las ciencias, es difícil realizarla exclusivamente sobre la base de información objetiva. El método Delphi (Dalkey, 69) es una forma de recopilación de opiniones de expertos que emiten una información subjetiva. Con él se superan los inconvenientes que pueden presentar otros procedimientos de consulta a grupos como la encuesta o las mesas redondas.

En este trabajo, de acuerdo con el esquema general de este tipo de estudios, seguimos la siguiente secuencia de funcionamiento:

Primera Etapa: El experto debe generar una relación de los objetivos que se debieran alcanzar con la enseñanza de las ciencias experimentales al término de los niveles primario y secundario de la educación (E.G.B. y B.U.P.) y que, en su opinión, capacitarían al individuo para interactuar de manera adecuada con el entorno natural y tecnológico que le deparará la sociedad del futuro inmediato (10-15 años).

Los objetivos pueden referirse tanto a conocimientos, por ejemplo, como a habilidades de tipo intelectual o a actitudes relacionadas con la ciencia.

Con todos los objetivos sugeridos, el equipo investigador confecciona una lista que somete a la consideración de los científicos en el paso siguiente.

Segunda Etapa: A la vista de los objetivos de la lista que le proporciona el equipo investigador, el experto debe puntuar cada uno de ellos de 0 a 5, según la importancia que les atribuya de acuerdo con los criterios ya expuestos (0, nula importancia; 5, máxima importancia).

El equipo investigador recopila los resultados, ofreciéndolos en el paso siguiente.

Tercera Etapa: El experto tiene la oportunidad de reconsiderar sus puntuaciones a la vista de los resultados totales. El equipo investigador le informa, en concreto, de: a) media de las puntuaciones para cada objetivo;

b) desviación típica para cada objetivo (con vistas a que conozca el grado de consenso alcanzado).

Se solicita también a los expertos que justifiquen las discrepancias extremas que mantengan después de esta consulta.

Etapas Final: Recopilación de contestaciones de la etapa anterior y envío a los expertos de las conclusiones finales.

En este estudio se seleccionó inicialmente un conjunto de 12 científicos, profesores de Universidad (Autónoma de Madrid, Complutense y U.N.E.D.) o investigadores del C.S.I.C., pertenecientes a las siguientes disciplinas: Medicina (2), Biología (1), Bioquímica (2), Física (4), Geología (1), Química (2)¹.

Al término del estudio se sintetizaron 84 objetivos, clasificados en los siguientes bloques: (1) Conocimiento y Comprensión del entorno natural y tecnológico ; (2) Conocimiento de los métodos de la ciencia; 3) La ciencia en un contexto amplio: métodos y actitudes; 4) Destrezas manuales. Dentro de cada bloque los objetivos se ordenan en dos niveles de generalidad.

Resultados

El fin primordial de este estudio es, como se apuntó anteriormente, ofrecer datos que consideramos imprescindibles para la planificación de los programas de enseñanza. Por tanto, se pretende que el conjunto de objetivos, en su totalidad, sea en sí mismo la aportación fundamental. No se intenta hacer ningún tipo de valoración sobre los objetivos propuestos o sobre la adecuación del sistema actual de enseñanza para lograr que los alumnos desarrollen estas capacidades.

La relación completa de objetivos puede encontrarse en el documento original (Otero, Aguirre de Cárcer, Bourgeal y Conde, 83). De la relación definitiva se destacan aquí los objetivos a los que el conjunto de expertos concedió una puntuación más alta. Los tres objetivos que obtuvieron la puntuación media máxima (5) se muestran en la tabla 1.

El ciudadano educado de la década de los 90:

N.º 43: Conocerá y será consciente del carácter no permanente de las teorías científicas.

N.º 54: *Será capaz de desarrollar una argumentación lógica.*

N.º 55: Será capaz de distinguir entre impresiones, suposiciones o interpretaciones y observaciones o verdades demostradas experimentalmente.

Tabla 1. Objetivos que recibieron la máxima puntuación.

¹ Queremos hacer constar nuestro agradecimiento al conjunto de científicos que nos ha prestado su colaboración para la realización de este estudio. En este caso resulta absolutamente obvia la falta de retórica el decir que sin su valiosa ayuda este trabajo no se hubiese podido llevar a cabo. Cualquier error en la formulación o agrupación de los objetivos es, evidentemente, de nuestra sola responsabilidad.

En la Tabla 2 se completa la relación del 10 por 100 de objetivos que recibieron las puntuaciones superiores (= 4.86).

El ciudadano educado de la década de los 90:		
Tendrá capacidad para:		
N.º 16: <i>Observar y medir</i>	4.88	0.35
N.º 19: <i>Reconocer un problema y buscar formas de resolverlo</i>	4.86	0.38
Conocerá y será consciente de:		
N.º 46: <i>Las implicaciones sociales y el papel de la ciencia y la tecnología dentro de la cultura humana</i>	4.88	0.35
Mostrará las siguientes actitudes científicas:		
N.º 70: <i>Mostrará interés por el entorno natural y lo respetará</i>	4.87	0.35
N.º 78: <i>Tendrá espíritu crítico</i>	4.88	0.35

Tabla 2. Relación de objetivos que completa el 10 por 100 con puntuaciones superiores.

IV. LOS LIBROS DE TEXTO DE FÍSICA DEL BACHILLERATO ESPAÑOL

Otro de los aspectos analizados dentro del proyecto que se está exponiendo es el libro de texto, elemento que parece jugar un papel importante en el sistema de enseñanza de la Física en el Bachillerato español, aunque su función no haya sido todavía estudiada con el detalle necesario.

Existe un cierto número de instrumentos para el análisis de materiales de enseñanza (Owen, 69; Doran y Sheard, 74; Eash, 74; Gow, 80; Eraut, 75; Bernad, 76; Fernández Uria, 78) que estudian la calidad didáctica de un texto, o de los medios de instrucción, en general, para el caso —que se da en los materiales españoles de enseñanza en este nivel— en que el libro venga acompañado de material auxiliar: películas, «kits» experimentales, etc. Para evaluar la calidad didáctica de los textos parece importante encontrar y usar criterios de bajo nivel de inferencia, poco ambiguos en su aplicación —de alta fiabilidad— y que al mismo tiempo no sean triviales, es decir, tengan una validez aceptable.

En este trabajo se seleccionaron cinco pares de libros correspondientes a los cursos 2.º y 3.º de B.U.P. Cada pareja está confeccionada por los mismos autores y publicada por la misma editorial. Los libros se denotan por una abreviatura. La clave se puede encontrar en las referencias.

Al no disponer fácilmente de datos sobre la difusión de los libros de texto en el momento de iniciar el trabajo, éstos se seleccionaron sobre la base de opiniones de varios profesores consultados.

Introducción al método de análisis

En este trabajo nos limitamos a efectuar comparaciones de congruencia y algunos juicios en los que examinamos el libro a la luz de criterios externos de calidad y por comparación con textos de otros sistemas educativos.

El mismo modelo de evaluación ofrece ya algunas orientaciones sobre las variables que se pueden examinar en el libro de texto. Para el caso de las comparaciones de congruencia la selección presenta relativamente pocas dificultades en un sistema, como el español, en el que el Ministerio de Educación da orientaciones generales sobre las características que deben reunir los libros de texto para ser aceptados legalmente. Para el caso de los juicios se ha recurrido a la utilización de criterios simples de comparación, algunos de «sentido común» y otros que aparecen en la mayoría de los instrumentos de análisis que se mencionan más arriba. Las comparaciones relativas se efectúan con dos libros de texto belgas (Be2 y Be3) y dos franceses (F2 y F3) para la enseñanza de la física en cursos equivalentes al 2.º y 3.º de B.U.P. español.

Se examinan características de los libros de texto referentes a organización del contenido y metodología.

Contenido

En relación con el análisis del contenido se ha recurrido a las orientaciones ministeriales que pudiesen ofrecer criterios de selección u ordenación del mismo. Es aplicable al análisis de los libros de texto, entre otras, la siguiente:

i) «El área de ciencias matemáticas y de la naturaleza tratará de capacitar al alumno para comprender los fenómenos *naturales*, *científicos* y *técnicos* de su entorno» (Orientaciones para todo el área de Ciencias de la Naturaleza, «Boletín Oficial del Estado», 18-IV-75, pág. 8064, subrayado nuestro).

Al no parecer totalmente claro el significado de «fenómeno científico», nos limitamos a examinar los textos buscando fenómenos naturales y productos o procesos tecnológicos *citados* o *explicados* en los libros. Evaluamos el peso que tienen las menciones y explicaciones de fenómenos naturales y tecnología en la totalidad del texto, calculando el porcentaje de líneas dedicadas a estas cuestiones sobre la totalidad de líneas de las lecciones de Física de los textos. Se hizo también una comparación relativa con los libros de texto franceses y belgas de este nivel.

Los resultados se ofrecen en la Tabla 1. Los cálculos en este caso, como los correspondientes a las tablas siguientes han sido realizados por dos

analistas independientes. Los datos que aquí se ofrecen representan la media de las dos medidas, ofreciéndose también, como índice de fiabilidad, el coeficiente de correlación (Pearson) entre ambas.

TABLA 1. Líneas que se dedican a fenómenos naturales y a productos y procesos tecnológicos

Libro	Líneas dedicadas a fenómenos naturales y productos y procesos tecnológicos (%)
AA 2	6,1
AB 2	3,6
B 2	5,2
E 2	8,2
M 2	8,1
AA 3	5,7
AB 3	2,0
B 3	2,5
E 3	5,7
M 3	5,3
F 1	7,6
F 2	9,8
Be1	11,1
Be2	10,0

($r = 0,82$)

En cuanto a los juicios —comparaciones con criterios externos de calidad— hemos hecho uno que nos parecía obvio: «los contenidos deben estar secuenciados de tal forma que se eviten las repeticiones en cursos sucesivos y se desarrollen en cada curso capacidades nuevas fundamentales en las adquiridas en años anteriores».

De acuerdo con esto, la comparación del contenido de los libros de texto con el criterio que se acaba de exponer se efectuó según el siguiente procedimiento: se seleccionaron dos capítulos en cada uno de los libros de texto del tercer curso dedicados a temas coincidentes con los del programa de segundo, en particular los dedicados a cinemática y a corriente continua. Se resolvieron los problemas presentados al final de las lecciones y se contestó a las cuestiones planteadas —en caso de que el libro las incluyese— comprobando cuántos problemas podían resolverse o cuántas cuestiones podían contestarse correctamente con los *conocimientos* que se podían adquirir en las lecciones correspondientes del libro de texto de 2. Puesto que los textos de 2 y 3 de las editoriales seleccionadas están realizados por los mismos autores, sería razonable esperar una secuenciación adecuada de los contenidos, para los dos cursos, dentro de los temas generales comunes que aparecen en los programas.

Los resultados, junto con el coeficiente de correlación entre las medidas de los dos analistas, se muestran en la tabla 7. El análisis no es aplicable a los libros de texto franceses y belgas, por no incluir temas coincidentes en cursos sucesivos.

TABLA 2. Problemas y cuestiones de los libros de 3 de B.U.P. resolubles con conocimientos presentados en libros de 2 de B.U.P.

Libro	Capítulos (Cinemática C. continua)	Núm. total de problemas y cuestiones	Índice de repetición (% problemas y cuestiones resolubles a nivel de 2)
AA 3	1	18	84
	7	21	85
AB 3	1	60	49
	9	68	63
B 3	1	48	82
	7	62	31
E 3	2,3	28	71
	9	25	92
M 3	1	19	97
	7	19	74

($r = 0,96$)

Metodología

En cuanto al enfoque metodológico se ha efectuado, entre otras, una comparación con un criterio externo relativo al grado de actividad, en general, que demanda el libro de texto. Para este análisis se ha usado un procedimiento similar al propuesto por Romey (68) para calcular el grado en que un texto está orientado hacia la participación del alumno o hacia la presentación del contenido de forma autoritaria.

El índice de actividad del alumno (IAA) se calcula de la siguiente manera: se escogen, al azar, 50 frases completas (entre dos puntos) de distintas lecciones, en cada uno de los textos analizados. Estas frases se clasificaron en tres apartados:

i) Expresiones que presentan hechos, conceptos, principios o leyes, terminología o métodos científicos.

ii) Expresiones planteando problemas que se deban resolver, solicitando actividad del alumno para realizar observaciones, analizar datos, generar hipótesis, o llegar a conclusiones. En general, todas aquellas expresiones que exijan explícitamente una respuesta activa del alumno.

iii) Otras expresiones auxiliares, por ejemplo, indicaciones del contenido de las tablas y, en general, todas aquellas expresiones no clasificables en los apartados anteriores.

El IAA se calcula como el cociente entre el número de expresiones clasificables en el apartado ii) y las clasificables en el i) (ii/i), pudiendo tomar valores desde cero en adelante. Un índice 1 significaría que hay un equilibrio entre la participación que se pide al alumno y el contenido que sirve para presentar hechos, conceptos, etc. Según Romey, los índices por

debajo de 0,4 indican una presentación autoritaria del material y, por tanto, que se infravalora el aspecto de la ciencia como proceso de indagación. Índices mayores de 1,5 podrían indicar que no se ofrece suficiente información al alumno para que pueda llevar a cabo con eficacia las actividades requeridas.

En la Tabla 3 se presentan los índices correspondientes a la muestra de libros de 2.º de B.U.P. Se ha calculado también el IAA para los libros belga y francés de nivel equivalente a los españoles.

TABLA 3. Índice de actividad del alumno para los libros de texto de 2.º de B.U.P.

Libro	Índice de actividad del alumno IAA	% frases «activas» sobre el total = $\frac{IAA}{IAA + 1} \times 100$
AA 2	0,17	15
AB 2	0,28	22
B 2	0,24	19
E 2	0,19	16
M 2	0,05	5
Be1	0,20	17
F 1	0,39	28

(r = 0,94)

V. ENCUESTA AL PROFESORADO DE FÍSICA Y QUÍMICA DE B.U.P. Y C.O.U.

La evaluación del *funcionamiento* es un aspecto importante de la evaluación del sistema de enseñanza de la Física en el B.U.P. y C.O.U. Una evaluación completa de esta parte requeriría, evidentemente, el uso de una variedad de instrumentos de medida: visitas a los centros, entrevistas con los profesores, observación en el aula, encuestas a alumnos y análisis de los materiales preparados por los profesores. Dadas las posibilidades limitadas del equipo investigador nos limitamos a realizar una encuesta dirigida al profesorado que es un instrumento relativamente extendido para trabajos de este tipo (véase, p. ej., Sánchez, 79; Rogers, 67; A. I. P., 72; Harms y Yager, 81). Existe algún precedente de un trabajo de este tipo en el área de la enseñanza de la física en el B.U.P. (Lazaurica y otros, 1979), aunque con muestras muy reducidas y ciertas limitaciones metodológicas.

En esta encuesta se trataba de obtener datos que sirviesen para efectuar algunas de las comparaciones previstas en el modelo de evaluación ¹.

¹ Varias personas e instituciones prestaron una importante ayuda para la realización de la encuesta. Queremos manifestar nuestro especial agradecimiento a don Juan A. Sánchez G.-Saúco, inspector jefe de Bachillerato del Distrito; a don Julio Puente, inspector de Física y Química, y a todos los directores y profesores de los centros encuestados que tan eficazmente colaboraron para la realización del trabajo.

Diseño y realización de la encuesta

Para la elección de las variables de que trata la encuesta se recurrió a las siguientes fuentes: *a)* Orientaciones ministeriales para la enseñanza de la Física en el B.U.P. y C.O.U. y legislación general sobre el funcionamiento de la enseñanza a este nivel; *b)* Revisión de otros estudios similares, como los citados anteriormente; *c)* Sugerencias del profesorado y los inspectores recogidas en reuniones o a partir de escritos sobre el tema.

El condicionante fundamental para la realización de la encuesta fueron los fondos disponibles. De acuerdo con esta limitación, se fijó inicialmente en 130 el número de elementos que serían encuestados. El universo estaba constituido por todos los profesores de Física y Química de los centros de Bachillerato y C.O.U., tanto estatales como privados, de Madrid capital.

Resultados

A continuación se presentan algunos de los resultados más importantes. En las tablas se dan siempre *porcentajes* de las diversas características de los profesores o de los centros de la enseñanza estatal (EE), de la enseñanza privada (EP) y del total de profesores o de centros (TOTAL). Se atribuye en cada caso el peso adecuado a cada estrato, según se consideren profesores o centros.

La suma de porcentajes es, en ocasiones, ligeramente distinta del 100 por 100 debido al redondeo de las cantidades al haber prescindido de los decimales.

Perfeccionamiento del profesorado I: Grupos de trabajo y cursos

La información solicitada a los profesores, en cuanto a actividades de perfeccionamiento, se refiere, en primer lugar, a datos sobre su participación en grupos de trabajo («Seminarios permanentes», etc.) fuera de su centro (para diferenciarlos de la actividad del propio seminario del centro de trabajo). En segundo lugar, se solicitan datos sobre la asistencia a cursos de perfeccionamiento.

TABLA P1. Profesores (%) que participan en grupos de trabajo sobre cuestiones didácticas

	Nunca	Rara vez (1-2/curso)	Varias veces (1-2/trim.)	Con cierta frec. (1-3/mes)	Muy frec. (1/sem. o más)	NS/NC
EE	45	23	15	12	5	0
EP	54	25	13	8	0	0
TOTAL	50	20	17	10	2	0

N = 132

Hay un 70 por 100 del total de profesores que no asisten nunca o que rara vez se reúnen con grupos de trabajo de este tipo.

Declaran haber asistido a *algún curso* a lo largo del año (mayo, 1981-abril, 1982) el 29 por 100 del total de profesores, tal como se indica en la Tabla P2.

TABLA P2. Profesores (%) que asisten a algún curso de perfeccionamiento en el periodo mayo 1981/abril 1982

	Sí	No	NS/NC
EE	28	72	0
EP	31	69	0
TOTAL	29	71	0

N = 132

Perfeccionamiento de profesorado II: Lectura de revistas

Las preguntas relativas a la lectura de revistas se dividieron en dos apartados dedicados, respectivamente, a revistas científicas y revistas educativas, aunque las preguntas son idénticas para los dos tipos.

Los profesores que manifiestan interés en revistas científicas, citan revistas científicas reales cuando se les pregunta sobre ellas y declaran leerlas regularmente, vienen dados en la Tabla R3.

TABLA R3. Porcentajes de profesores que declaran leer regularmente revistas científicas

EE	64
EP	58
TOTAL	61

N = 132

Los porcentajes de profesores que manifiestan interés en las revistas educativas existentes, citan revistas educativas reales y declaran leerlas regularmente, vienen dados en la Tabla R5.

TABLA R5. Porcentajes de profesores que declaran leer regularmente revistas educativas

EE	45
EP	26
TOTAL	35

N = 46

Los porcentajes de profesores que declaran leer revistas científicas o educativas son comparables a los de otros países europeos (Comber y Keeves, 73). Es de destacar que el interés por las revistas educativas es menor que por las científicas. El profesor de Física parece interesarse primordialmente por su competencia profesional en el área científica, concediendo menor importancia a su formación pedagógica.

Orientaciones metodológicas

La Tabla 01 indica el grado en que el profesorado declara seguir las Orientaciones Metodológicas fijadas por el Ministerio de Educación para la enseñanza de la Física y Química en el BUP o para la Física de COU.

TABLA 01. Porcentajes de profesores según la influencia que conceden a las O.M. en su actividad docente

	Ninguna	Poca	Bastante	Mucha	NS/NC
EE	17	25	45	11	2
EP	19	17	44	15	4
TOTAL	18	21	45	13	3

N= 132

Hay un 39 por 100 del total del profesorado que declara sentirse poco o nada influido por las orientaciones en su actividad docente. Debe tenerse en cuenta que al preguntar al 59 por 100 que declara sentirse bastante o muy influido por las orientaciones metodológicas, por aquéllas a las que concede mayor importancia, cita con frecuencia orientaciones inexistentes, o se desdice de la afirmación anterior sobre la importancia que concede a las orientaciones en su actividad docente (Tablas 02 y 03).

Las orientaciones citadas por los profesores que declaran tenerlas en cuenta bastante o mucho, se clasificaron en las siguientes categorías:

1. Conjugar la teoría y los ejercicios prácticos, numéricos o cuestiones (Pract.).
2. Relacionar los conceptos y teorías científicas con la vida real (Real.).
3. Enseñanza motivadora y activa (Motact.).
4. Trabajo en el laboratorio (Lab.).
5. Promover métodos científicos de razonamiento (Razcient.).
6. Seguir el programa oficial (Prog.).
7. Integrar la Física y la Química (Integ.).
8. Enfatizar la representación matemática de los fenómenos físicos (Matem.).
9. No da ninguna o indica orientaciones inexistentes entre las que recoge el «B.O.E.» (Erróneas/NC).

TABLA 02. Profesores (%) que citan cada clase de orientación metodológica como bastante o muy influyente en su actividad de enseñanza

	Pract.	Real.	Motact	Lab.	Raz. cient.	Prog.	Integ.	Matem.	Err/NC
EE	12	6	3	26	15	23	3	0	47
EP	7	7	7	28	14	28	0	2	37
TOTAL	9	7	2	27	14	26	1	1	42

N = 77, N(E) = 34, N(P) = 43

Debe tenerse en cuenta que, dado que los profesores podían citar más de una orientación la suma de porcentajes no es igual a 100. Las preocupaciones sobresalientes que declaran los profesores se centran en promover la actividad de laboratorio y en seguir los programas oficiales. Los porcentajes de profesores que se consideran influidos por orientaciones metodológicas como «Relacionar los conceptos y teorías científicas con la vida real» (7 %) o «Promover una enseñanza motivadora y activa» (2 %) son muy bajos. El número de profesores que citan orientaciones metodológicas inexistentes o se desdice de la importancia que inicialmente le había atribuido (42 %), debe añadirse al número de profesores que encuentran de poca o nula utilidad las orientaciones metodológicas que incluyen los planes oficiales de enseñanza.

Programas

En la Tabla P1 aparece la distribución de contestaciones de los profesores sobre la posibilidad de completar los programas vigentes, dado el temario oficial y el tiempo de que disponen. Existían cuatro alternativas a la hora de contestar a la pregunta sobre la formación que en su centro se ofrece a los alumnos que cursan Física y Química en los dos cursos de BUP y en COU.

Los alumnos terminan el BUP y COU:

- a) Sin que se hayan podido tratar muchos de los temas de los programas oficiales absolutamente esenciales para estudios posteriores de ciencias.
- b) Sin que se hayan podido tratar algunos temas de los programas oficiales relativamente importantes para estudios posteriores de ciencias.
- c) Tratando todos los temas de los programas oficiales, excepto algunos de menor importancia para estudios posteriores de ciencias.
- d) Tratando adecuadamente todos los temas de los programas oficiales.

Debe tenerse en cuenta que la pregunta se refiere solamente al grado en que han podido cubrirse los programas *con vistas a la preparación para estudios futuros de ciencias*. Es claro que la enseñanza de las ciencias en el

bachillerato cumple también otras funciones distintas de la preparación para los peldaños siguientes del sistema educativo.

TABLA P1
Grado en que se han podido tratar los programas oficiales con vistas a estudios futuros de ciencias, en porcentajes de profesores que eligen cada una de las alternativas.

	Sin tratar temas esenciales	Sin tratar temas relat. importantes	Tratando casi todos	Tratando todos adecuadamente	NS/NC
EE	21	52	20	5	2
EP	10	29	42	17	2
TOTAL	15	40	32	11	2

N = 132

Hay un 55 por 100 del total de profesores que opinan que los alumnos de su centro terminan la enseñanza secundaria sin haber podido tratar temas esenciales o relativamente importantes para estudios posteriores de ciencias. Existen diferencias significativas entre las estimaciones de los profesores de la enseñanza estatal y los de la enseñanza privada, siendo estos últimos claramente más optimistas con respecto a este problema.

Actitudes hacia la enseñanza y el sistema educativo

Se pidió a los profesores encuestados que se pronunciasen sobre el grado en que hacían suyas las frases que se relacionan a continuación. Los porcentajes de profesores de acuerdo con las respuestas se ofrecen en las tablas que acompañan a cada una de las afirmaciones:

1. «Si alguien me pidiese consejo le animaría decididamente a que se dedicase a la docencia para llegar a una situación similar a la mía».

TABLA A1

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Indeciso	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	NS/NC
EE	11	24	31	16	16	0
EP	11	22	32	22	13	0
Total	11	23	32	19	14	0

N = 132, N(E) = 60, N(P) = 72

Es de destacar el paralelismo en el grado de satisfacción con su propia situación que aparece entre los profesores de la EE y la EP.

2. «Encuentro bastantes estímulos para realizar cada vez mejor mi trabajo de enseñanza».

TABLA A2

	Tot. en desac.	En desac.	Indec.	De acuer.	Tot. de acuer.	NS/NC
EE	23	30	15	26	5	0
EP	10	28	22	18	22	0
TOTAL	16	29	19	22	14	0

N=132

Los profesores que se manifiestan más críticos con la situación que les rodea, en cuanto a estímulos positivos en su trabajo, son los de la enseñanza estatal.

3. «La enseñanza de la Física resulta para mí una actividad muy interesante».

TABLA A3

	Tot. en desac.	En desac.	Indec.	De acuer.	Tot. de acuer.	NS/NC
EE	2	2	6	42	48	0
EP	1	1	7	33	57	0
TOTAL	1	1	7	37	53	0

N=132

Todos los profesores manifiestan mucho interés hacia la enseñanza de la Física. Sin embargo, este interés no se corresponde con otros resultados presentados anteriormente, como la participación en grupos de trabajo o la escasa asistencia a cursos de perfeccionamiento.

4. «La organización de la educación, en general, por parte de las autoridades ministeriales facilita mi labor docente».

TABLA A4

	Tot. en desac.	En desac.	Indec.	De acuer.	Tot. de acuer.	NS/NC
EE	53	36	6	3	0	0
EP	47	36	36	17	0	0
TOTAL	50	36	12	2	0	0

N=132

Los profesores encuestados manifiestan gran unanimidad en la crítica hacia la organización del sistema por parte de las autoridades ministeriales.

5. «La enseñanza a este nivel está mal retribuida económicamente».

TABLA A5

	Tot. en desac.	En desac.	Indec.	De acuer.	Tot. de acuer.	NS/NC
EE	2	11	9	23	55	.0
EP	11	4	8	24	53	0
TOTAL	7	7	8	24	54	0

Existe un paralelismo notable entre los profesores de la enseñanza estatal y los de la enseñanza privada con respecto a este punto.

VI. CONCLUSIONES

Del trabajo de evaluación que se acaba de exponer se sigue un conjunto de conclusiones que pueden ser de utilidad a los planificadores de los nuevos programas. Se presentan a continuación algunas de las más importantes.

I. Es necesario fundamentar los programas de enseñanza de las ciencias en un estudio riguroso de las necesidades a que deben servir.

II. Es necesario revisar los mecanismos de difusión de los programas, dado que la simple comunicación a través del «B.O.E.» de los resultados del trabajo de un equipo centralizado es insuficiente.

III. Es necesario encargar el diseño de los programas a equipos diversificados de personas, con diferentes formaciones: profesores de bachillerato, científicos profesionales, pedagogos y psicólogos, al menos.

IV. En caso de que se siga planificando de manera centralizada, el diseño de programas de enseñanza no se debe limitar a la producción de orientaciones metodológicas y recomendaciones sobre el contenido. Para una definición más precisa del currículum es necesario desarrollar también medios de enseñanza (como los libros de texto o las guías del profesor).

V. Debe remediarse el hecho de que los libros de texto dediquen más del 90 por 100 de su extensión a ofrecer al alumno fundamentos teóricos sin llegar nunca a la explicación de los fenómenos naturales y tecnología que le rodea, incumpliendo, por otra parte, las orientaciones ministeriales para este nivel.

VI. Es necesario un trabajo más cuidadoso de secuenciación de los contenidos en los textos de Física y Química.

VII. Los libros de texto debieran poner más énfasis en la actividad del alumno.

VIII. Debe potenciarse la formación pedagógica del profesorado. Además de las conocidas limitaciones en la formación pedagógica inicial (C.A.P.), los profesores de este nivel parecen preocuparse prioritariamente de su perfeccionamiento científico en Física y Química, con descuido de los aspectos pedagógicos.

IX. Debe conseguirse una mejor disposición de los profesores hacia la organización del sistema de enseñanza, profundizando sobre las causas de las actitudes fuertemente negativas que mantienen en este aspecto.

Bibliografía

- American Institute of Physics: *High School Physics Teaching: A Report on Current Practices*. New York, AIP, 1972.
- BERNAD, J. A.: *Guía para la valoración de los textos escolares*. Ed. Teide, Barcelona, 1976.
- COMBER, L. C.; KEEVES, J. P.: *Science Education in XIX Countries*. New York, John Wiley and Sons, 1973.
- DALKEY, M. C.: *The Delphi Method: An Experimental Study of Group Opinion*. Rand Corporation, RM-5882-PR, 1969.
- DORAN, R. L.; SHEARD, D. M.: «Analyzing Science Textbooks». *School Science and Mathematics*, 4, 1, pp. 31-39, 1974.
- EASH, M. J.: «Instructional Materials», en *Evaluating Educational Performance*, H. J. Walberg (ed.), Berkeley, Calif., McCutchan Pub. Co., 1974.
- ERAUT, M.; GOAD, L., y SMITH, G.: *The Analysis of Curriculum Materials*, University of Suxxex Education Area Occasional Paper, 1975.
- FERNANDEZ URÍA, E.: «Análisis de libros de texto de ciencias en el bachillerato». *Revista de Bachillerato*, núm. 6, pp. 10-4, abril-junio, 1978.
- GOW, D. T.: «Intrinsic Analysis of Instructional Materials: An Aid to Site-Specific Tailoring of Instruction». *Educational Technology*, Junio, pp. 19-26, 1980.
- HARMS, N. C.; YAGER, R. E.: *What Research Says to the Science Teacher*. Washington, D.C, N.S.T.A., 1981.
- LAZAUURICA, M. T.; LOZANO, A.; PARDO, R.; PAREJO, C., y VILCHES, J.: «Encuesta sobre el estado actual de la enseñanza de la Física y la Química en el Bachillerato Unificado y Polivalente (BUP)», en las Actas del Simposio de Didáctica de la Física y la Química, celebrado en el INCIE, Madrid, 3-4-5-6 de octubre de 1978.
- LEWY, ARIEH: *La planification du programme scolaire*. París, Unesco-IIPE, 1978.
- Ministerio de Educación y Ciencia: *La educación en España: Bases para una política educativa*. Madrid, Servicio de Publicaciones del M.E.C., 1969.
- Ministerio de Educación y Ciencia: *Las enseñanzas medias en España*, Madrid, Servicio de Publicaciones del M.E.C., 1981.
- PARLETT, M.; HAMILTON, D.: *Evaluation as illumination: a new approach to the study of innovatory programmes*. Occasional Paper 9, Centre for Research in the Educational Sciences, University of Edimburgh, 1972. Reimpreso en Hamilton y otros (eds.). *Beyond the Numbers Game*. Londres, McMillan Educational, 1977.
- OTERO, J.: «La planificación del programa de enseñanza de la Física en el BUP y COU». Documento policopiado. Madrid, 1983.
- OTERO, J.; BOURGEAL, S.; CEREZO, J. P., y CONDE, L.: «Encuesta al profesorado de Física de BUP y COU». Documento policopiado. Madrid, 1983.
- OTERO, J.; AGUIRRE DE CARCER, I.; VELARDE, M. G., y LITTLE, R. N.: «Sobre la enseñanza de la Física en España: Análisis de libros de texto de bachillerato». Presentado a la III Reunión Latinoamericana de Educación en Física. México, septiembre, 1981. Publicado en las Actas de la Reunión.
- OTERO, J.; AGUIRRE DE CARCER, I.; BOURGEAL, S., y CONDE, L.: *Objetivos de la enseñanza de la ciencia como parte de la educación general: un estudio Delphi*. Jornadas sobre el acceso a la Universidad. Vicerrectorado de estudiantes e ICE Universidad Autónoma, 22-23 abril, 1983.
- OWEN, A. M.: «Selecting Science Textbooks», en *Readings in Science Education for the Secondary School*, H. O. Andersen (ed.). Nueva York, McMillan, 1969.

- PELLA, M. O.; O'HEARN, G., y GALE, C.: «Referents to Scientific Literacy». *Journal of Research in Science Teaching*, 4, 000, 1966.
- RUDDUCK, J., y KELLY, P.: *The dissemination of curriculum development*. Windsor, Berks: NFER Pub. Co., 1976.
- SAYLOR, J. G.: *Planning Curriculum for Schools*. New York, Holt, 1972.
- SCHAFFARZIK, J., y HAMPSON, D. H. (eds.): *Strategies for Curriculum Development*. Berkeley, Calif., McCutchan Pub. Co., 1975.
- SCHON, D. A.: *Beyond the Stable State*. London, Temple Smith, 1970.
- SCRIVEN, M.: «Evaluating Educational Programs». *Urban Review*, 3, 1969, 20-22.
- STAKE, R.: «The Countenance of Educational Evaluation». *Teachers College Record*, vol. 68, 1967, pp 523-40.
- TYLER, R.: *Basic Principles of Curriculum and Instruction*. Chicago, Chicago University Press, 1949 (1974 ed. en castellano).

Libros de texto analizados

- (AA2) AGUILAR, J., y GARZON, J. L.: *Física y Química, 2.º BUP*. Salamanca, Anaya, 1977.
- (AB2) BELTRAN, J.; FURIO, C.; GIL, D.; LLOPIS, R., y SANCHEZ, A.: *Física y Química, BUP*. Salamanca, Anaya, 1976.
- (B2) MARTINEZ LORENZO, A.: *Física y Química, 2.º BUP*, Madrid, Bruño, 1978.
- (E2) FIDALGO, J. A.: *Física y Química, 2.º BUP*. León, Everets, 1979.
- (M2) MARTIN, J.; OLARTE, M. A.; OÑORBE, A. M., y RUIZ, A.: *Física y Química, 2.º BUP*. Magisterio Español, 1976.
- (AA3) AGUILAR, J., y GARZON, J. L.: *Física y Química, 3.º BUP*. Salamanca, Anaya, 1977.
- (AB3) BELTRAN, J.; FURIO, C.; GIL, D.; GIL, G.; GRIMA, M. J.; LLOPIS, R., y SANCHEZ, A.: *Física y Química, 3.º BUP*. Salamanca, Anaya, 1977.
- (B3) MARTINEZ LORENZO, A.; RIAÑO DIEZ, J.; CONSUELO, J., y CASTRILLO, P.: *Física y Química, 3.º BUP*. Madrid, Bruño, 1977.
- (E3) FIDALGO, J. A.: *Física y Química, 3.º BUP*. León, Everest, 1978.
- (M3) MARTIN, J.; OLARTE, M. A.; OÑORBE, A. M., y RUIZ, A.: *Física y Química, 3.º BUP*. Magisterio Español, 1976.
- (F2) BAUTRANT, R.; DRAMAND, P.; CHALVESCHE, J.; FAYE, P.; JAUBERT, A., y THOMASSIER, G.: *Sciences Physiques: Secondes C et T*. París, Hachette, 1978.
- (F3) BRAMAND, P.; FAYE, P., y THOMASSIER, G.: *Physique: 1.º*. C. E. París, Hachette, 1979.
- (Be2) DELARUELLE, A., y CLAES, A. I.: *Elements de Physique 1*. Namur, A. D. Wesmael-Charlier, 1979, 9.ª edición.
- (Be3) DELARUELLE, A., y CLAES, A. I.: *Elements de Physique 2*. Namur, A. D. Wesmael-Charlier, 1979, 9.ª edición.

La enseñanza de la Biología.

Situación actual

Anna M. GENE DUCH
Profesora de Didáctica de las Ciencias Naturales
Escuela de Magisterio
Lleida

Trabajo basado en la Tesis de Licenciatura: *Els treballs pràctics de Biologia i la Metodologia Científica*, dirigida por el Dr. Daniel Gil i Pérez. Facultad de Biología. Universidad de Barcelona, 1982.

1. INTRODUCCION Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las tendencias actuales de la enseñanza de las Ciencias, y de forma concreta de la Biología, vienen caracterizadas fundamentalmente por la importancia concedida a la familiarización de los alumnos con la metodología científica.

«Crear y fomentar actitudes y destrezas de veracidad en el trabajo científico, actitud crítica y espíritu de investigación» son indicados en el «B.O.E.» y en diferentes documentos del M.E.C. (1975) como objetivos básicos de la enseñanza de las Ciencias. Tesis parecidas se exponen en diferentes documentos de la UNESCO, Institute of Education de la Universidad de Londres, así como en planes de estudio reconocidos internacionalmente como el Nuffield y el BSCS.

Ante este hecho, nos planteamos las siguientes cuestiones:

1. ¿Se produce verdaderamente el aprendizaje significativo de la metodología científica?
2. ¿Contribuye la forma de trabajo empleada en las clases de Biología y concretamente en los trabajos prácticos a familiarizar a los alumnos con el método científico y al aprendizaje significativo de conocimientos?

Dar respuesta a estas preguntas es el objetivo principal de este trabajo.

2. HIPOTESIS DE TRABAJO

Para dar respuesta a los problemas planteados en el punto anterior, emitiremos a continuación las hipótesis básicas de trabajo.

Nuestra experiencia en el campo de la enseñanza, así como el estudio de la literatura existente sobre las tendencias actuales de la enseñanza de las ciencias, Psicología educativa, Psicología evolutiva y Epistemología genética, que se analizan más adelante, nos permiten emitir la siguiente hipótesis:

Los trabajos prácticos de Biología, realizados por los alumnos de todos los niveles de la enseñanza, e incluso los recomendados en los libros especializados y de texto, no contribuyen a familiarizar a los alumnos con la metodología científica, ni al aprendizaje significativo de conocimientos.

2.1. Derivación de consecuencias contrastables

Se considera que no se produce el aprendizaje significativo de la metodología científica ni de conocimientos científicos, fundamentalmente por dos motivos:

1. Existe de forma generalizada entre profesores y profesores de formación, así como en los libros de texto y de trabajos prácticos de laboratorio una concepción errónea y limitada del método científico, caracterizada por un empirismo extremo (Kuhn, 1971); (Hempel, 1980) que, además, está profundamente enraizada entre los profesores en ejercicio y en formación de forma que impide, por una parte, la autocritica dirigida a la superación de este error, y por otra, condiciona una concepción de los trabajos prácticos impregnados de empirismo.
2. Los métodos actualmente empleados en la enseñanza de la Biología, no facilitan —como mostraremos más adelante— la familiarización de los alumnos con el método científico y el aprendizaje significativo.

Podemos decir, por consiguiente, y éstas son las consecuencias derivadas de la hipótesis principal, que:

Hipótesis 1: Se espera encontrar una concepción empirista del método científico, entre el profesorado en ejercicio y en formación, así como en los libros de texto y de trabajos prácticos de Biología. Se espera también encontrar en esos profesores una falta de conciencia de este error de concepción.

Hipótesis 2: La familiarización de los alumnos con la metodología científica es tan escasa que tendrán dificultades no solamente para aplicar esta metodología, sino incluso para reconocer los aspectos básicos de la misma en un texto o memoria científica.

Hipótesis 3: Se espera encontrar en los alumnos, y de forma bastante generalizada, la existencia de graves errores conceptuales en temas básicos de Biología.

2.2. Fundamentación de las hipótesis

Nos referiremos, en primer lugar, y precisamente para salir al paso de la visión errónea de la metodología científica, a las características y diferentes aspectos de un trabajo de investigación.

En segundo lugar, y tras una breve descripción de los dos métodos de aprendizaje de la Biología más empleados, se hará un análisis de estas formas de trabajo, para ver hasta qué punto, la forma en que se presentan los trabajos prácticos a los alumnos, permite su familiarización con la metodología científica y el aprendizaje significativo de conocimientos.

2.2.1. Características de la metodología científica. Errores más frecuentes en el profesorado

Según las concepciones epistemológicas aceptadas actualmente (M. Bunge, 1980); (C. Hempel, 1980); (Popper, 1962), las características de la metodología científica se podrían resumir así (D. Gil, 1983):

1. Superación del empirismo, para poner énfasis en la importancia de los paradigmas conceptuales en todo proceso de producción de conocimientos (Kuhn, 1971). Importancia que se manifiesta en el mismo planteamiento del problema, en las referencias bibliográficas, etc.
2. Relativización del papel de la experimentación —considerada como el único aspecto esencial en un planteamiento empirista de la metodología científica— y ponderación de aspectos tan básicos como la emisión de hipótesis, el diseño experimental, etc.
3. Comprensión del carácter social y colectivo del desarrollo científico, que se pone de manifiesto no solamente en el hecho de que el punto de partida de la investigación se basa en las aportaciones de generaciones de científicos investigadores, sino también en que las investigaciones se encuentran inmersas en un trabajo de equipo y líneas ya establecidas (Kuhn, 1971) (Bernal, 1967).

Después de exponer las características básicas de la metodología científica, pasamos a continuación a indicar los errores más frecuentes entre el profesorado.

Se exponía anteriormente, que uno de los principales motivos por los que los trabajos prácticos de Biología no permiten familiarizar a los alumnos con la metodología científica, es la visión empirista que tienen el profesorado en ejercicio y en formación e incluso los libros de texto y de trabajos prácticos, visión que se transmite a los estudiantes.

Esta concepción empirista del método científico ha sido denunciada, frecuentemente, por diferentes autores:

C. Hempel (1980) denuncia no solamente la identificación entre método científico y experimentación, sino que también reivindica uno de los aspectos básicos de este método: la emisión de hipótesis, cuando afirma: «Al conocimiento científico se llega mediante el llamado Método

de la Hipótesis, es decir, inventando hipótesis como intentos de respuesta a un problema en estudio, y sometiénolas después a contrastación empírica».

Ideas parecidas, pero desde otra perspectiva, las encontramos en la crítica que J. Piaget y su equipo del Centro de Epistemología Genética han hecho del empirismo. Citaremos concretamente su trabajo «Psicología y Epistemología», en donde se denuncia el mito del origen sensorial de nuestros conocimientos: «La experiencia no es suficiente por sí misma. El avance de los conocimientos es obra de una indisoluble unión entre la experiencia y la deducción», y más adelante afirma: «La base del pensamiento científico no es la sensación, sino la acción del sujeto».

R. Amos (1970) indica la diferencia abismal que existe entre las prácticas de laboratorio que realizan los alumnos y la investigación científica, a la vez que denuncia la visión empirista que estos trabajos prácticos han dado a la investigación científica, a los alumnos y a los profesores: «Muchos ejercicios de laboratorio... han dado a los estudiantes y a muchos profesores de Ciencias una concepción errónea de la investigación científica».

También criticando la experimentación como base de los trabajos prácticos de laboratorio, y defendiendo la utilización del pensamiento hipotético-deductivo para la enseñanza de las ciencias, encontramos los trabajos de D. Gil (1982) que considera que «solamente el estudio detallado de investigaciones reales y, sobre todo, la práctica de la investigación permiten llegar a la familiarización de los alumnos con la metodología científica».

2.2.2. *Métodos de aprendizaje de la Biología: Aprendizaje por transmisión verbal y por descubrimiento autónomo e inductivo.*

Aprendizaje por transmisión verbal

El aprendizaje por transmisión verbal de conocimientos supone, según Ausubel (1978), «presentar al alumno más o menos en su forma final el conocimiento que se quiere que aprenda», en otras palabras, el profesor facilita a los alumnos los conocimientos previamente estructurados por él, ya sea a través de una exposición verbal, o bien mediante la realización de unos trabajos prácticos concebidos como ilustraciones de conceptos ya explicados antes o después por el profesor.

El método de aprendizaje por transmisión verbal es utilizado mayoritariamente por profesores que consideran conseguir conocimientos el objetivo principal de la enseñanza de las Ciencias, dejando de lado, o bien considerándolo objetivo secundario, la comprensión y la utilización del método utilizado por los científicos para elaborar conocimientos, es decir, el método científico.

Conseguir conocimientos por parte de los alumnos, determina una metodología de trabajo fundamentada en la presentación de conceptos

suficientemente estructurados, ordenados y claros, para que los alumnos puedan acceder a ellos rápidamente y con facilidad, simplemente escuchando u observando al profesor, y en el mejor de los casos, realizando unos trabajos prácticos de laboratorio con la ayuda de una guía detallada, pensada para encarrilar todas las actuaciones de los alumnos hacia la consecución de un objetivo principal: ilustrar un determinado concepto para una mayor comprensión.

Esta forma de trabajo de clase o de laboratorio, como dicen M. L. Calatayud, C. Furio et Al (1980), no se parece en absoluto a la forma en que los científicos elaboran conocimientos, ya que todas las etapas preliminares al establecimiento de un concepto, etapas por otra parte fundamentales en la investigación científica, están ausentes en el aprendizaje por transmisión verbal de conocimientos.

Por otra parte, la falta de consideración del método de trabajo seguido por los científicos, al contemplar solamente los resultados, da a los alumnos una visión dogmática de la Ciencia, denunciada por Leboutet (1973) y Giordan (1978), al mismo tiempo que dificulta el aprendizaje significativo. También Raghulier (1978) y Gil (1982), entre otros, consideran que los trabajos prácticos, como ilustraciones de los conceptos transmitidos oralmente por el profesor, no son eficaces para familiarizar a los alumnos con el trabajo de investigación.

En resumen, podemos decir que el aprendizaje por transmisión verbal de conocimientos, no se parece en absoluto a la forma en que los científicos elaboran conocimientos, no contribuyendo al aprendizaje significativo de los mismos ni a la familiarización de los alumnos con la metodología científica.

Aprendizaje por descubrimiento autónomo e inductivo

El descubrimiento autónomo supone, según Ausubel (1978), que «los alumnos descubren los conocimientos por sí mismos. En el aprendizaje por descubrimiento, el alumno genera proposiciones, que son soluciones a los problemas planteados, o bien caminos para solucionar dichos problemas».

El método de aprendizaje por descubrimiento autónomo surge a principios de siglo en los EE.UU., como reacción hacia la ineficacia del método tradicional. Era necesario, modificar las técnicas de aprendizaje, en el sentido de ser los alumnos lo que marcaran el ritmo y la forma de aprender nuevos conocimientos, en otras palabras, los alumnos descubriendo los conocimientos, los integrarían significativamente, y también se familiarizarían con el método utilizado para conseguirlos, es decir, el método científico.

Es preciso indicar que, el término descubrimiento, fue interpretado de formas diferentes según los autores, así encontramos defensores del descubrimiento a ultranza, que consideran que solamente los conocimientos conseguidos mediante descubrimiento autónomo pueden ser significativos,

Bruner (1960), Taba (1962) etc., y otros autores que interpretaron la renovación en el sentido de dirigir a los alumnos hacia el descubrimiento de conceptos mediante un método guiado por el profesor.

En este apartado, saliendo al paso de posibles confusiones, analizaremos solamente el aprendizaje por descubrimiento autónomo e inductivo, es decir, la forma de aprendizaje que deja toda la libertad a los alumnos para que, mediante la manipulación de conceptos y objetos, descubran nuevos conocimientos.

Esta forma de aprendizaje se fundamenta en un tipo de actividad, por parte de los alumnos, muy alejada del proceso seguido por los científicos para elaborar conocimientos. La manipulación incidental supone no considerar, como dicen Colmez, Delacot et Al (1978), aspectos esenciales de la metodología científica como la emisión de hipótesis.

Por otra parte, pensar que los conocimientos se construyen mediante razonamientos inductivos, supone tener una concepción empirista de la metodología científica, alejada de un verdadero trabajo de investigación (Ausubel, 1978), (Giordan, 1978).

En definitiva, el aprendizaje por descubrimiento autónomo e inductivo se caracteriza por un planteamiento empirista, en absoluto coherente con las concepciones epistemológicas actualmente aceptadas de lo que es preciso entender por metodología científica, ya que esta forma de aprendizaje pone un énfasis excesivo en la manipulación, olvidando aspectos básicos como el planteamiento del problema, la emisión de hipótesis, etc., así como la importancia de los paradigmas teóricos.

Finaliza así la fundamentación teórica de nuestra hipótesis por la que consideramos que los trabajos prácticos de Biología, realizados por los alumnos de todos los niveles de la enseñanza, e incluso recomendados para su realización a través de los libros especializados, no contribuye a familiarizar a los alumnos con la metodología científica ni al aprendizaje significativo de conocimientos.

3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Después de planteadas las hipótesis de trabajo y expuestos los fundamentos teóricos sobre los que se sustentan, vamos a presentar el diseño experimental que ha de permitir su contrastación.

Este diseño se concreta, por una parte, en unos cuestionarios dirigidos a alumnos de diferentes niveles educativos, y a profesores en ejercicio y en formación, así como en criterios de análisis de libros de texto y de trabajos prácticos de Biología utilizados en los diferentes niveles de la enseñanza.

Para clarificar la relación existente entre el diseño experimental y las hipótesis, se agrupan a continuación los ítems en 3 bloques, correspondientes cada uno de ellos a las hipótesis derivadas.

3.1. Diseño experimental correspondiente a la primera hipótesis derivada

- 1.1. Con qué aspectos de la metodología científica es preciso familiarizar a los alumnos mediante la enseñanza de la Biología. Enumerar brevemente.

Item planteado para evaluar el conocimiento de los diferentes aspectos de la metodología científica que tienen los profesores en ejercicio y en formación.

- 1.2. Análisis de los trabajos prácticos de los libros de texto

SI

- Incluye trabajos prácticos (T.P.)
- Parten los T.P. del planteamiento de un problema científico.
- Proponen en algún T.P. investigación bibliográfica.
- Lleva a los alumnos a la emisión de hipótesis.
- Hace en algún momento referencia a la hipótesis.
- Hace hacer a los alumnos algún diseño experimental.
- Hace hacer a los alumnos experimentos.
- Deja a los alumnos hacer el análisis de los resultados.

- 1.3. Análisis de los libros de prácticas

SI

- Parten los T.P. del planteamiento de un problema científico.
- Proponen en algún T.P. investigación bibliográfica.
- Lleva a los alumnos a emitir hipótesis.
- Hace referencia a la hipótesis.
- Hace hacer a los alumnos algún diseño experimental.
- Hace hacer a los alumnos el análisis de los resultados.

Estos ítems están pensados para ver la imagen que del método científico tienen los libros que habitualmente utilizan los alumnos de los diferentes niveles.

Es de esperar una escasa consideración de aspectos relevantes de la metodología científica como el planteamiento del problema, la emisión de hipótesis, etc., resultados también esperados para el ítem 1.1.

- 1.4. ¿Cómo consideras que es preciso plantear los trabajos prácticos de Biología?

- 1. Haciendo seguir a los alumnos unas indicaciones detalladas en una guía confeccionada o no por el profesor.
- 2. Haciendo investigar algún problema aplicando la metodología científica.
- 3. Haciendo manipular sin una idea clara de lo que se persigue y ver los resultados de esta manipulación.

Item propuesto para ver hasta qué punto los profesores de Biología son conocedores de su concepción empirista del método científico.

Esperamos encontrar una clara predilección por la utilización de la investigación científica en la realización de trabajos prácticos. Aspiración que no es llevada a término en la práctica cotidiana, tal como esperamos nos muestren las respuestas al ítem 1.5. pasado a más de 700 alumnos de Biología desde EGB a la Universidad.

1.5. En los trabajos prácticos de Biología que has realizado te pedían:

- 1. Plantear problemas científicos.
- 2. Buscar información bibliográfica.
- 3. Emitir hipótesis.
- 4. Diseñar experimentos.
- 5. Realizar experimentos.
- 6. Analizar resultados y sacar conclusiones.

3.2. Diseño experimental correspondiente a la segunda hipótesis derivada

Para contrastar la segunda hipótesis derivada, por la que se espera encontrar escasa o nula familiarización de los alumnos con aspectos básicos de la metodología científica, se pide a los estudiantes de los diferentes niveles, el estudio y análisis de un texto de Cl. Bernard sobre el envenenamiento por CO, caracterizado por su claridad y gran riqueza metodológica.

En este texto, los alumnos han de reconocer los diferentes aspectos de la metodología científica. Si como esperamos, el nivel de identificación es muy bajo, se pondrá en evidencia el hecho de que los alumnos tienen dificultades, incluso para reconocer aspectos básicos del método científico, en un texto donde aparecen muy explícitamente.

3.3. Diseño experimental correspondiente a la tercera hipótesis derivada

Para contrastar la tercera hipótesis, por la que se espera encontrar en los alumnos graves errores conceptuales en temas básicos de Biología, se propusieron los siguientes cuestionarios.

Cuestionario 1: Errores conceptuales en el tema de la fotosíntesis de las plantas verdes.

1. Enumera todos los factores que consideres imprescindibles para que se realice el proceso de la fotosíntesis de las plantas verdes.
2. Enumera los productos resultantes del proceso fotosintético.

Cuestionario 2: Errores conceptuales en el tema: Origen de los seres vivos.

1. Cuando hace tiempo que tenemos en casa un bote con arroz o pasta de sopa, encontramos en su interior seres vivos de pequeño tamaño.
¿De dónde crees que proceden?

Se espera encontrar en el primer cuestionario, falta de alusiones a factores y productos de la fotosíntesis, así como una confusión en cuanto al objetivo básico del proceso fotosintético.

En el segundo cuestionario, cabe esperar una concepción espontaneísta del origen de los seres vivos.

Se consideraron en un principio, solamente dos temas para detectar la presencia de errores conceptuales en los alumnos, es preciso ampliar la información respecto a otros temas básicos. Estamos trabajando en ello.

4. ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Una vez presentado el diseño experimental, pasamos a continuación a exponer los resultados obtenidos y realizar su análisis. Se considerarán también tres bloques de ítems, correspondientes cada uno de ellos a las tres hipótesis derivadas.

4.1. Análisis de los resultados correspondientes a la primera hipótesis derivada

De los resultados obtenidos, en las respuestas a los ítems, presentamos solamente los datos más significativos, utilizando los cuadros y gráficas correspondientes, en los que aparecen los porcentajes acompañados de las desviaciones standard (S.d.).

Del análisis de los resultados reflejados en el cuadro I y gráfica I, correspondientes a los ítems, 1; 1.2; 1.3, podemos decir que aspectos básicos de la metodología científica como planteamiento del problema, emisión de hipótesis y diseño experimental son poco considerados, tanto por los libros de texto y prácticas como por el profesorado en ejercicio y en formación. Así el 75 por 100 del profesorado encuestado, no contempla los aspectos antes mencionados. El 86,9 por 100 de los profesores en formación no considera la emisión de hipótesis, aspecto no contemplado por ninguno de los libros de texto analizados. Porcentajes parecidos se obtienen al hacer referencia al planteamiento del problema y al diseño experimental, donde en ningún caso se supera el 75 por 100. De hecho, solamente se concede una clara importancia a la experimentación, considerada en casi la totalidad de los libros de prácticas: 98,1 por 100 y en el 88,8 por 100 de los libros de texto.

Estos resultados muestran la concepción empirista de la metodología científica que transmiten los libros de uso habitual en las clases de Biología, así como el profesorado en ejercicio y en formación.

Del análisis de las respuestas obtenidas al ítem 1.4, presentadas en el cuadro II y gráfica II, podemos decir, tal como esperábamos, que existe una evidente preferencia entre el profesorado por emplear el método científico, en el momento de plantear trabajos prácticos de Biología a los alumnos. Así porcentajes del 75,0 por 100 entre los profesores y de 81,6

por 100 y 91,8 por 100 entre futuros profesores de Escuelas de Magisterio y Facultad de Biología respectivamente, contrastan de forma evidente con la utilización de otras metodologías; solamente el 8,1 por 100 de profesores, está de acuerdo en utilizar la manipulación para llegar al descubrimiento, y el 31,2 por 100 se manifiesta partidario de hacer seguir a los alumnos unas guías de trabajo, tipo receta, para hacer trabajos prácticos. Entre los profesores en formación los resultados son similares.

Existe, por tanto, una contradicción entre las preferencias de los profesores y futuros profesores, fuertemente inclinados —al menos verbalmente— por el aprendizaje y aplicación del método científico, y el desconocimiento que éstos tienen de esta metodología (ítem 1.1). Esto nos indica que los profesores no son conscientes de sus limitaciones, ya que no se preguntan si la forma en que presentan los trabajos prácticos a sus alumnos, responde verdaderamente a la aplicación de la metodología científica.

Esta afirmación viene confirmada por los resultados obtenidos de las respuestas al ítem 1.5, presentados en el cuadro III y gráfica III, en los que se pone en evidencia que los alumnos han realizado trabajos prácticos en los que la importancia básica reside en la experimentación y el análisis de los resultados, olvidando —como cabía esperar, dada la concepción empirista del método científico entre el profesorado— aspectos como el planteamiento del problema, la emisión de hipótesis y el diseño experimental.

Todos estos resultados, así como su análisis, nos permiten verificar nuestra primera hipótesis derivada, por la que esperábamos encontrar una concepción empirista de la metodología científica entre el profesorado en ejercicio y en formación, así como una falta de conciencia de su error de concepción. La concepción empirista de la metodología científica también está presente entre los libros utilizados de forma más frecuente por los alumnos en las clases de Biología: los libros de texto y de prácticas de laboratorio.

4.2. Análisis de los resultados correspondientes a la segunda hipótesis derivada

El estudio realizado por más de 200 alumnos de los diferentes niveles de la enseñanza, de un texto de Cl. Bernard, para identificar los diferentes aspectos de la metodología científica que estaban presentes, nos permite afirmar, que es tan escasa la familiarización que los alumnos tienen con la metodología científica que les resulta muy difícil reconocer incluso aspectos básicos de este método, en un texto donde se muestran claramente.

Así el 84,1 por 100 de los alumnos (ver cuadro IV y gráfica IV) no identifica el planteamiento del problema; el 70,8 por 100 no hace referencia a las hipótesis y el 62,4 por 100 no reconoce el diseño experimental.

Estos resultados nos permiten verificar nuestra hipótesis derivada, al poner en evidencia el desconocimiento tan profundo que los alumnos tienen de la metodología científica.

4.3. Análisis de los resultados correspondientes a la tercera hipótesis derivada

Por esta hipótesis se espera encontrar graves errores conceptuales en temas básicos de Biología. Los resultados están expuestos en el cuadro V.

Referente al tema: *Fotosíntesis de las Plantas Verdes* (Astudillo, H.; Gene, A.), el 41,4 por 100 de los alumnos encuestados no considera fundamental la clorofila para que tenga lugar el proceso fotosintético; el 44,4 por 100 no considera el CO₂; el 74,7 por 100 no tiene en cuenta el agua, mientras que las sales minerales no son contempladas como necesarias por el 89,4 por 100 de los estudiantes.

Resultados parecidos se obtienen al hacer referencia a los productos obtenidos en el proceso fotosintético de las plantas verdes. Citaremos como el más grave el hecho de que el 70,7 por 100 de los alumnos no considera producto, la formación de hidratos de carbono, objetivo primordial de este proceso, y el 28 por 100 no tiene en cuenta el oxígeno.

Es preciso hacer constar que el 21,3 por 100 de los alumnos encuestados, cree que el CO₂ es un producto resultante del proceso fotosintético y un 28 por 100 considera también el agua como producto de la fotosíntesis.

Con respecto al tema del *Origen de los seres vivos y la generación espontánea*, los resultados son también significativos, ya que el 43,2 por 100 de los alumnos encuestados, piensa que la materia orgánica es capaz por sí misma de generar seres vivos.

Estos resultados nos permiten —en principio— verificar la tercera hipótesis derivada, si bien consideramos necesario ampliar el estudio de esta problemática a otros temas, niveles educativos, etc.

5. CONCLUSIONES

Del análisis de los cuestionarios propuestos en nuestro diseño experimental, podemos sacar las siguientes conclusiones:

1. Referente a la primera hipótesis derivada

Los profesores en ejercicio y en formación tienen una concepción empirista del método científico, caracterizada por la reducción del trabajo de investigación a la simple experimentación. Esta imagen defectuosa de la metodología científica, se constata también en los libros de texto y de trabajos prácticos de Biología.

Existe una falta de consciencia entre el profesorado de este error de concepción, que se manifiesta en la presentación a sus alumnos de unos trabajos prácticos impregnados de empirismo.

2. Referente a la segunda hipótesis derivada

Los alumnos de todos los niveles de la enseñanza tienen dificultades no solamente para aplicar la metodología científica, sino incluso para reconocer los diferentes aspectos de la misma en un texto o memoria científica.

3. Referente a la tercera hipótesis derivada

Los alumnos tienen graves errores conceptuales en temas básicos de Biología.

Es preciso, sin embargo, ampliar el estudio a otros temas y niveles, así como profundizar en la relación entre metodología de aprendizaje de la Biología y errores conceptuales.

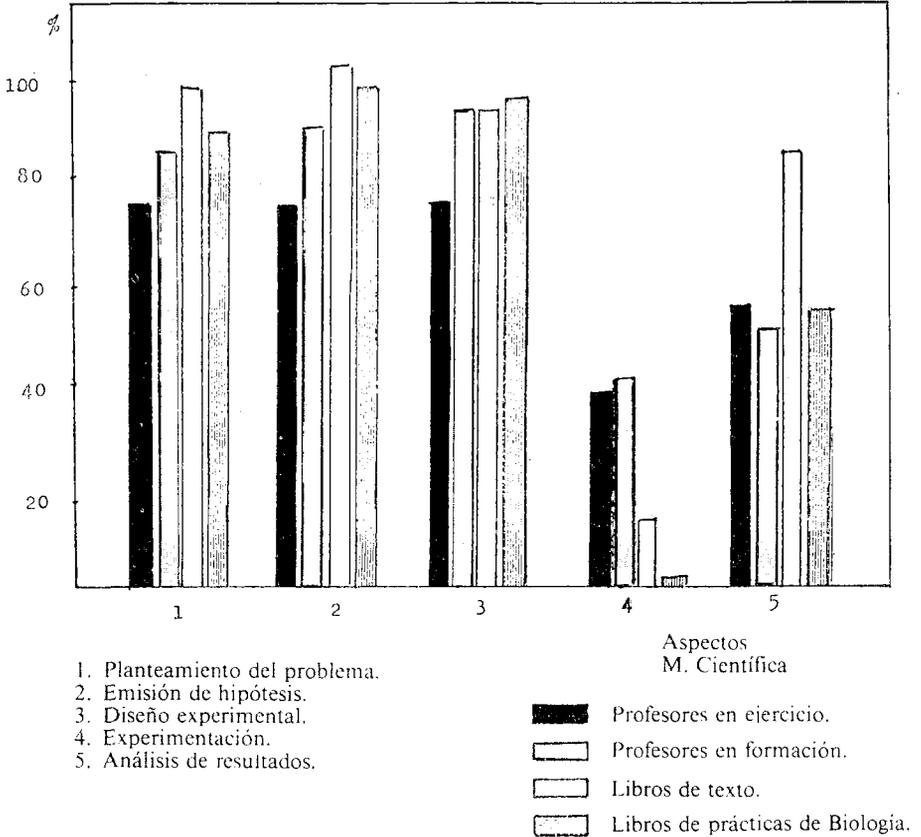
En resumen, podemos afirmar que nuestra hipótesis de trabajo por la que se considera que los métodos empleados en la enseñanza de la Biología, y de forma concreta los trabajos prácticos, no contribuyen al aprendizaje significativo de conocimientos ni a la familiarización de los alumnos con la metodología científica queda verificada, a partir de la verificación de las hipótesis derivadas.

Bibliografía

- AMOS, R.: «What is the place of Scientific Method in O-level Biology Courses» *J. of Biol. Educ.* V. 11, 1977.
- ASTUDILLO, H.; GENE, A.: «Errores conceptuales en Biología. La Fotosíntesis». *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 2, N.º 4 (en publicación).
- AUSUBEL: *Psicología Educativa*. Ed. Trillas, 1978.
- BERNAL, J. D.: *Historia Social de la Ciencia*. Península, 1967.
- BERNARD, Cl.: *Introducció al Estudi de la Medicina Experimental*. Ed. Ciència. Barcelona, 1984.
- BRUNER, J. S.: *The act of Discovery*. Harvard Wduc. Rev. 31, 1961.
- BUNGE, M.: *La Investigación Científica*. Ariel, 1980.
- CALATAYUD, M. L.; FURIO, C. et Al.: *Los trabajos prácticos de química como pequeñas investigaciones*. ICE, U. de Valencia, 1980.
- COLMEZ, DELACOTE et Al.: «Statut de l'observation et l'activité experimentale chez l'élève». *Rev. Fran. de Pédagogie*, N.º 45, 1978.
- GIL, D.: *La investigación en el aula de Física y Química*. Ed. Anaya, 1983.
- GIL, D.3 *Una didáctica de las ciencias teóricamente fundamentada*. Jornadas de Didáctica de la Física y Química. ICE U. de Valencia, 1984.
- GIORDAN, A.: «Observations-Experimentacions: Mais comment les élèves apprenent-ils?» *Rev. Fran. de Pédagogie*, N.º 45, 1978.
- HEMPEL: *Filosofía de la Ciencia Natural*. Alianza Universidad, 1980.
- KUHN, Th.: *La estructura de las Revoluciones Científicas*. F.C.E., 1971.
- LEBOUTET, L.: *L'enseignement de la Physique*. P.V.F. Paris, 1973. MEC decreto 160, enero 1975.
- PIAGET, J.: *Psicología y Epistemología*. Ariel, 1969.
- POPPER, K. R.: *La lógica de la Investigación Científica*. Tecnos, 1962.
- RAGHUBIER, K. P.: «The laboratory-investigative approach to science instruction». *J. of R. in Sc. Teach.* Vol. 16, 1979.
- TABA, H.: «Learning by discovery», citado por AUSUBEL en *Psicología Educativa*.

ANEXO

GRAFICA I
Aspectos de la metodología científica no considerados



CUADRO I (Items: 1.1; 1.2; 1.3)

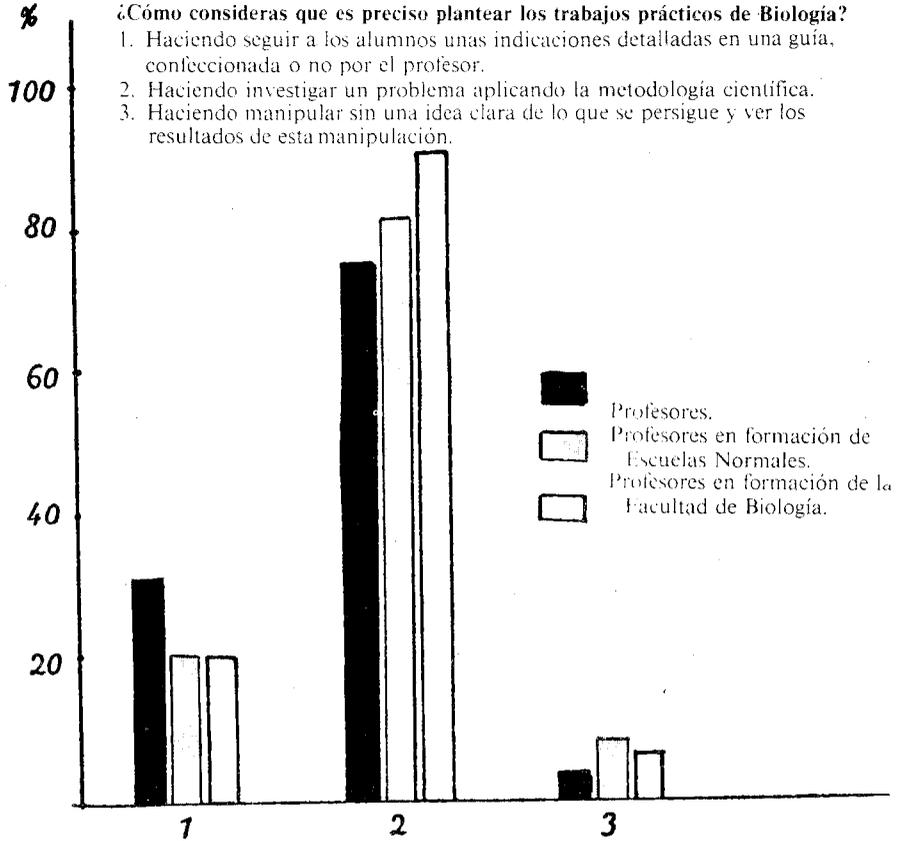
¿Con qué aspectos de la metodología científica es preciso familiarizar a los alumnos?

Aspectos no No considerados	Profesores en ejercicio n=32		Profesores en formación n=71		L. Texto n=25		L. Prácticas n=68	
	%	S.d.	%	S.d.	%	S.d.	%	S.d.
— Planteamiento del problema	75	7,6	84,3	6,3	94,5	4,5	87,3	4,3
— Emisión de hipótesis	75	7,6	86,9	6,0	100,0		92,8	3,2
— Diseño experimental	75	7,6	94,4	5,7	94,5	4,5	96,4	2,4
— Experimentación	35	8,4	38,5	5,9	11,2	6,3	1,9	1,7
— Análisis de resultados	53,2	8,8	47,9	5,9	83,4	7,4	49,1	6,4

GRAFICA II

¿Cómo consideras que es preciso plantear los trabajos prácticos de Biología?

1. Haciendo seguir a los alumnos unas indicaciones detalladas en una guía, confeccionada o no por el profesor.
2. Haciendo investigar un problema aplicando la metodología científica.
3. Haciendo manipular sin una idea clara de lo que se persigue y ver los resultados de esta manipulación.



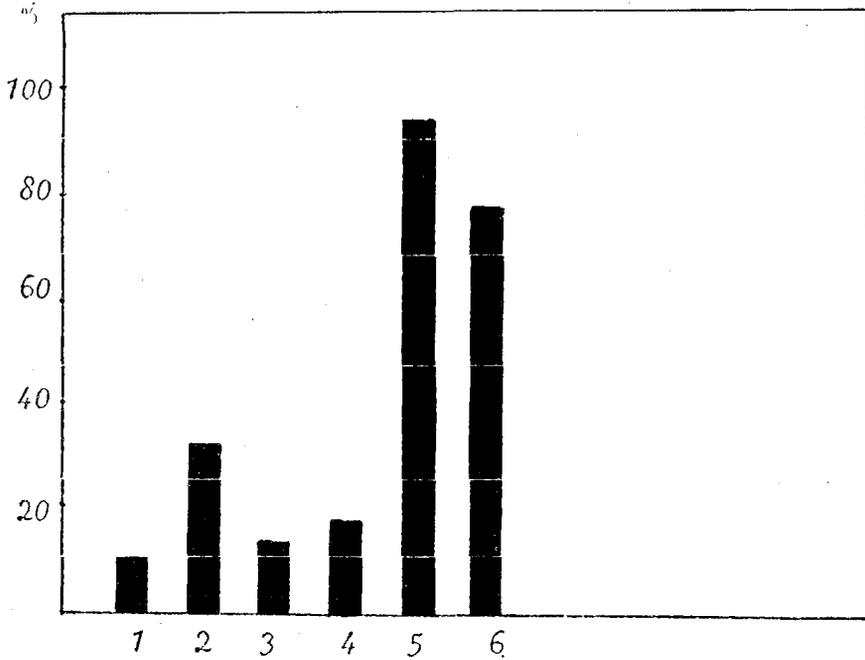
CUADRO II (Item 1.4)

¿Cómo consideras que es preciso plantear los trabajos prácticos de Biología?

Metodología de trabajo considerada:	Profesores n=32		Fut. Prof. E. Normal n=71		Fut. Prof. F. Biología n=61	
	%	S	%	S	%	S
1. Haciendo seguir a los alumnos unas indicaciones detalladas en una guía, confeccionada o no por el profesor.	31,8	8,1	19,7	4,7	19,8	5,1
2. Haciendo investigar algún problema aplicando la metodología científica.	75,0	7,6	81,6	4,5	91,8	3,5
3. Haciendo manipular sin una idea clara de lo que se persigue y ver los resultados de esta manipulación.	3,1	0,3	8,1	3,0	6,5	3,1

GRAFICA III

En los trabajos prácticos de Biología que has realizado, te pedían:
Resultados de alumnos de todos los niveles educativos. N=740



Aspectos de la metodología científica.

1. Plantear problemas científicos.
2. Buscar información bibliográfica.
3. Emitir hipótesis.
4. Diseñar experimentos.
5. Realizar experimentos.
6. Analizar resultados y sacar conclusiones.

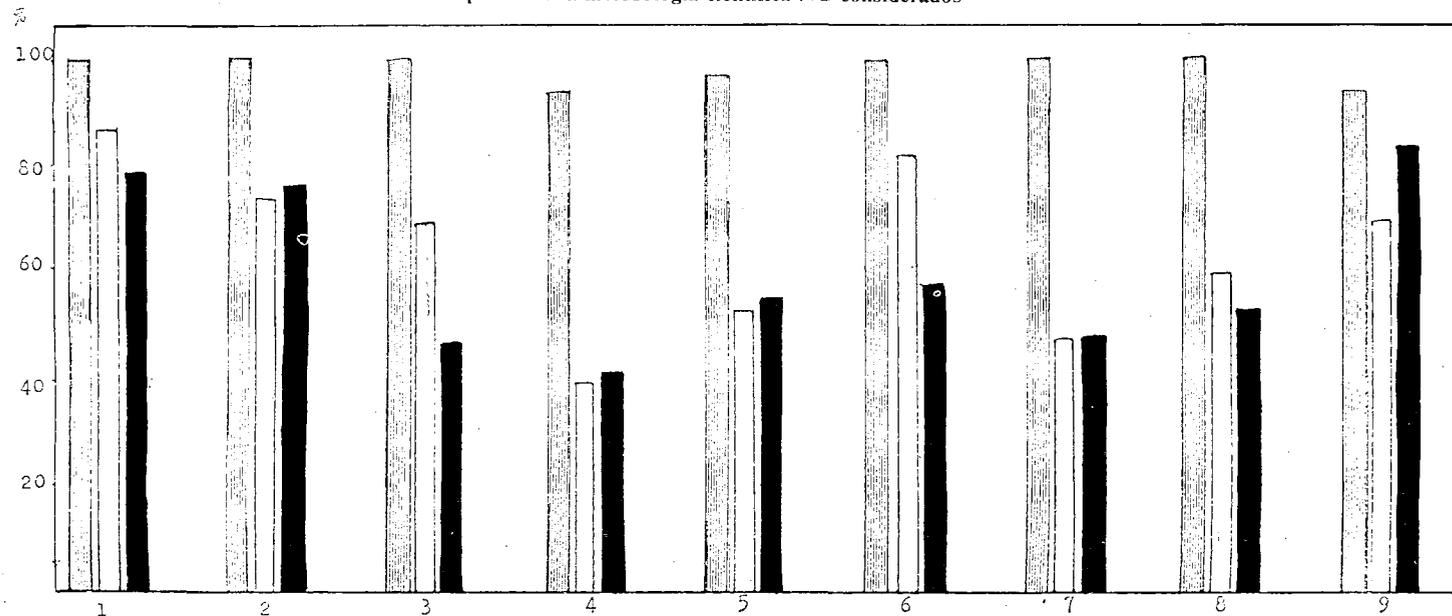
CUADRO III (Item 1.5)

¿En los trabajos prácticos que has realizado, te pedían?:

Aspectos que NO consideran los trabajos prácticos	Alumnos de diferentes niveles n=740	
	%	S.d.
— Plantear problemas científicos	91	1,0
— Buscar información bibliográfica	65,9	1,7
— Emitir hipótesis	85	1,3
— Diseñar experimentos	81,2	1,4
— Realizar experimentos	4,5	0,7
— Analizar resultados y sacar conclusiones	21,5	1,5

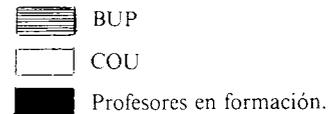
GRAFICA IV

Análisis del texto de Cl. Bernard. Aspectos de la metodología científica NO considerados



Aspectos de la M. científica.

1. Planteamiento del problema.
2. Referencia a conocimientos disponibles.
3. Segunda hipótesis.
4. Diseño y contrastación experimental segunda hipótesis.
5. Resultados que falsean la hipótesis.
6. Tercera hipótesis.
7. Diseño y contrastación experimental tercera hipótesis.
8. Resultados que verifican la tercera hipótesis.
9. Conclusiones y planteamientos de nuevos problemas.



CUADRO IV (segunda hipótesis derivada)
Análisis del texto de Cl. Bernard

Aspectos de la metodología científica NO considerados	BUP		COU		E.N.		F.B.	
	%	S.d.	%	S.d.	%	S.d.	%	S.d.
	n=40		n=52		n=68		n=46	
— Planteamiento del problema	100		87,0	4,6	76,6	5,1	79,2	5,9
— Conocimientos disponibles	100		69,6	6,3	79,1	4,9	75,0	6,3
— Segunda hipótesis	100		69,6	6,3	42,0	5,9	48,0	6,0
— Diseño y contrastación	94,2	3,6	39,2	6,7	32,1	5,6	46,0	7,3
— Resultados. Hip. falsa	97,1	2,6	52,2	6,9	56,8	6,0	54,2	7,3
— Tercera hipótesis	100		82,7	5,2	53,0	6,0	58,4	7,2
— Diseño y contrastación	100		47,9	6,9	45,7	6,0	58,4	7,2
— Resultados. Hip. verificada	100		60,9	6,7	47,0	6,0	54,3	7,3
— Conclusiones	94,2	3,6	69,6	6,3	80,3	4,8	83,4	5,4

E.N. Profesorado en formación de las escuelas de Magisterio.

F.B. Profesorado en formación de Facultades de Biología.

CUADRO V (Cuestiones 1.2. Hipótesis III)
Errores conceptuales en el tema: Fotosíntesis de las plantas verdes

1. Enumera todos los factores que consideres imprescindibles para que se realice el proceso de la fotosíntesis de las plantas verdes.

Factores no considerados	n=74	
	%	S.d.
— Luz	13,4	3,9
— CO ₂	33,4	5,9
— Clorofila	41,4	5,7
— Agua	74,7	5,0
— Sales minerales	89,4	3,5

2. Enumera los productos resultantes del proceso fotosintético.

Productos no considerados	n=74	
	%	S.d.
— Oxígeno	28,0	5,2
— Hidratos de Carbono	70,7	5,2
— Energía (ATP)	80,0	4,6

Productos considerados erróneamente		
	%	S.d.
— Agua	28,0	5,2
— CO ₂	21,3	4,6

Errores conceptuales en el tema: Origen de los seres vivos

Alumnos con concepciones espontaneístas respecto al origen de los seres vivos.		
	n=62	
	%	S.d.
	43,2	0,07

Revisión de la enseñanza de las Ciencias en Gran Bretaña

Dr. R. W. West

**Director del Proyecto «Secondary Science Curriculum Review»
Londres**

Ponencia presentada al simposio «La nueva enseñanza de las ciencias experimentales». Madrid, marzo 1984.

INTRODUCCION

Para poder entender el presente trabajo sobre la enseñanza de la ciencia es necesario hablar brevemente del sistema educativo en el Reino Unido, y revisar el historial de su desarrollo desde la Segunda Guerra Mundial.

Quizás el primer punto a destacar es que no tenemos ningún sistema educativo unificado en el R.U. La administración educativa en *Inglaterra y Gales* es responsabilidad de 104 autoridades locales de educación, representantes de los condados rurales, las grandes áreas metropolitanas, las pequeñas poblaciones y Londres (Inner London Education Authority). Una autoridad de educación local puede tener a su cargo una población muy grande, por ejemplo, 1.500.000 en el caso de Essex o muy pequeña (111.000 en el caso de Powys: un condado del País de Gales con trece escuelas secundarias). La mayor autoridad de educación (Inner London), tiene a su cargo 172 escuelas secundarias y sirve a una población de 2.368.000. La subvención de la enseñanza se hace a través de una combinación de rentas públicas generadas localmente (tasas —una forma de impuesto local) y del dinero entregado por el Gobierno central para mantener todos los gastos locales (la subvención de ayuda por tasas). La subvención central es general para todos los servicios sin especificar en qué cuantía debe aplicarse a cada uno de ellos. Por lo tanto, el importe gastado en escuelas dentro de cada localidad varía a discreción de los políticos locales. El departamento del Gobierno responsable de la educación —el Departamento de Educación y Ciencia— influye en la política educativa, pero no la dicta. Por razones históricas, la enseñanza en Escocia se administra separadamente de Inglaterra y Gales a través de un sistema que está más coordinado y sujeto a mayores controles centrales por el Departamento de Educación de Escocia. La situación en el Norte de Irlanda es

también diferente e intermedia entre el sistema inglés y el escocés. Por cuestiones de sencillez me limitaré a hablar sobre Inglaterra y Gales.

Es importante considerar que los planes de estudio en las escuelas de Inglaterra han sido, tradicionalmente, responsabilidad del director y del Consejo de Administración de la escuela, que actúan dentro de las amplias directrices políticas establecidas por las autoridades locales de educación y el Gobierno central. Históricamente las autoridades locales han tenido una gran autonomía en la interpretación de estas «directrices nacionales», y lo mismo ha ocurrido en las escuelas con respecto a las «directrices locales». Sólo en los últimos cinco años comenzó a desplazarse la balanza de la política desde las escuelas y las autoridades locales hacia el Gobierno central. Estos factores juegan un papel importante en la comprensión de la naturaleza del desarrollo y la innovación de los currícula en las escuelas inglesas.

Educación secundaria después de 1944

La Ley de Educación de 1944 estableció la educación secundaria para todos los jóvenes hasta la edad de los 15 años y fue una de las piezas más importantes de la legislación social que surgió de los años de la guerra. La Ley establecía que todos los alumnos tenían que ser educados de acuerdo con sus aptitudes a través de un sistema escolar que realiza una selección de los alumnos a la edad de los 11 años. Los tres tipos de escuela secundaria que se estipulan en la Ley de 1944 son las Grammar - School, las escuelas Técnicas y las escuelas Modernas (Modern - School). La enseñanza en las grammar-school se basa en asignaturas predominantemente académicas en estilo y orientación, y vinculadas estrechamente con la preparación de profesionales de educación superior. Se asumió que entre el 15-20 por 100 de los alumnos en edad escolar eran aptos para esta enseñanza, aunque las proporciones admitidas realmente son variables de unas localidades a otras.

Las escuelas Técnicas, que se suponía atendían al siguiente estrato de la escala de capacidades, se introdujeron, únicamente, en un número limitado de áreas y es difícil generalizar sobre los planes de estudio de estas escuelas.

Las escuelas Modernas se convirtieron en la forma principal de educación de la post-guerra para la mayor parte de jóvenes hasta los 15 años. El plan de estudios puso un fuerte énfasis en las técnicas básicas de lectura, escritura y aritmética vinculadas al arte, trabajo manual y diseño, y a los estudios sociales. El plan de estudios de la escuela moderna se presuponia libre de las limitaciones de los exámenes externos, siendo su objetivo principal dar una enseñanza general y práctica.

Aunque este sistema tripartito de escuelas era la estrategia principal para implantar la Ley de Educación de 1944 es importante indicar que en algunas zonas siguieron existiendo escuelas unitarias y de otros tipos.

Desarrollo en los años 60

Los años 60 se caracterizaron por un cambio de la enseñanza, hasta entonces muy selectiva, hacia la implantación generalizada de centros de segunda enseñanza (*comprehensive-schools*) para alumnos post-primarios. Surgió directamente de los cambios en la política estatal, la competencia abierta entre las *grammar* y *modern-schools*, el deseo muy difundido de vincular el plan de estudios de la escuela moderna a controles externos, y de una preocupación creciente sobre la selección de los alumnos a los 11 años (cuestionándose la validez de las pruebas empleadas, así como los diferentes criterios de selección utilizados por las autoridades locales). Quizás la presión dominante que llevó hacia los cambios en las escuelas de enseñanza secundaria fue el deseo de una justicia social mayor y la ampliación de oportunidades educativas. El Informe de Robbins sobre la Educación Superior (1965) —*Robbins Report on Higher Education*— provocó muchas de estas cuestiones al recomendar una expansión de la enseñanza secundaria que permitiera mayor número de futuros alumnos para la educación superior.

Mientras que en los años 60 y 70 hubo una amplia reorganización de la educación secundaria, sería una equivocación creer que esto llevó a un modelo más coherente, tanto en términos de organización como de currículum. Aunque la edad de abandonar la escuela fue elevada de los 15 a los 16 años en 1973, esto no tuvo un efecto significativo en la estructura y naturaleza de los planes de estudio y, retrospectivamente, se ha visto que llevó a una aceptación generalizada de la educación académica para todos. Esta tendencia se inició con la introducción del Certificado de Educación Secundaria, en 1965, en respuesta a la demanda de las *modern-schools* de un examen externo nacional similar al Certificado de Educación General. Fueron creadas 14 juntas examinadoras para el Certificado de Educación Secundaria (*CSE-Certificate of Secondary Education*), añadidas a las ocho juntas de Certificado de Educación General (*GCE-General Certificate of Education*) que cubren Inglaterra y Gales —una situación compleja que aún existe en 1984!—. Las estrategias para la reorganización de la segunda enseñanza variaban ampliamente según las autoridades locales de educación, y de estas experiencias muy diversas no surgió ningún modelo establecido de planes de estudio de las escuelas de secundaria (*comprehensive-school*). Se puede decir que el currículum de estas escuelas inglesas es una colección de asignaturas, cursos, y actividades que reflejan tanto las preferencias de un sistema tripartito de educación como cualquier otra alternativa razonable.

Desarrollos a últimos de los años 70

Desde 1976 el plan de estudios de las escuelas secundarias se convirtió en campo para el debate público con el propósito de definir el cambio de los objetivos y del contenido general en las escuelas. Las protestas surgieron, en primer lugar, articuladas por la derecha política, preocupada por la sensación de amenaza hacia los estudios de tipo académico clásico y los efectos de la expansión de la educación a las clases trabajadoras. La

izquierda también se unió a los debates alegando que el sistema educativo había fallado en su objetivo de extender la igualdad de oportunidades, preocupándose demasiado de las intenciones y objetivos académicos y olvidando los prácticos y vocacionales. Tanto la izquierda como la derecha estaban asimismo preocupadas del declive en el número de alumnos de la escuela secundaria en los años 80 y por la crisis económica general que sacudió el R.U. a mediados de los años 70. A falta de una autoridad fuerte en las escuelas y en la educación en general, el vacío del poder fue ocupado por políticos ansiosos de entrar en el jardín secreto del plan de estudios.

La ciencia en el plan de estudios

En los años de post-guerra, con una fuerte selección de alumnos, la enseñanza de la ciencia quedó principalmente en el terreno de las grammar y public-schools, aunque se enseñaba algo de ciencias en las escuelas técnicas y modernas. Es interesante señalar que todos los comunicados educativos de la Asociación de Diplomados en Ciencias —Science Master's Association (1957 y 1961)— estaban redactados teniendo solamente en cuenta a las grammar-schools y fue tan sólo en 1979 cuando se tomó una medida seria por parte de la Asociación para la Educación de la Ciencia (Association for Science Education) para reconsiderar la política desde el punto de vista de una educación secundaria no selectiva (ver *Alternativas para la Educación de la Ciencia*) (Alternatives for Science Education, A.S.E., 1979). Un ejemplo de la especial atención a las grammar y public schools podría ser el hecho de que los primeros objetivos del Proyecto Nuffield de la Enseñanza de la Ciencia (Nuffield Science Teaching Project), establecidos en 1962, fueron revisar el contenido y metodología de la enseñanza de los cursos de biología, química y física para los alumnos que elegían asignaturas de ciencias en los niveles Ordinarios y Avanzados del Certificado de Educación General (General Certificate Education). La dificultad de esta innovación fue que estaba concebida dentro de la estructura de educación selectiva, pero quedaba totalmente limitada dentro de la escuela general secundaria. Igualmente, el trabajo iniciado por los Consejos Escolares para el Currículum y Exámenes —Schools Council for Curriculum and Examinations— (que fue establecido en 1964) estaba influenciado por el sistema tripartito, por lo que los primeros proyectos de ciencia secundaria del Consejo de Escuelas fueron la Ciencia Integrada —SCISP— (un proyecto doble de nivel «O» para las grammar-schools) y el Proyecto de Tecnología muy influenciado por los trabajos de un pequeño número de public schools y technical grammar schools.

Una segunda característica del desarrollo de los currícula de ciencia, iniciado en los años 60, fue la estrategia de innovación adoptada tanto por los proyectos de Nuffield como por los del Consejo de Escuelas. En los términos de Havelock —la estrategia utilizada era un Modelo de investigación, diseño y difusión que actuaba desde el centro hasta la periferia—, un modelo que se ajustaba al sistema selectivo y que reflejaba métodos de trabajo de los EE.UU. (Era, y hasta un cierto grado aún lo es, un modelo que lleva a un nivel alto de «imperialismo curricular» con respecto al desarro-

llo de la enseñanza de la ciencia de Países del Tercer Mundo vinculados con el sistema educativo inglés y su tipo de exámenes). El modelo para el cambio estaba «guiado por un experto», del que dependen pequeños equipos de realizadores que trabajaban dentro de una red rigurosamente controlada, y que utiliza a los editores comerciales como agentes principales para la difusión.

Los principales resultados de estos proyectos, en la primera fase de su desarrollo, fueron nuevos cursos diseñados para enfrentarse con los cambios puramente académicos y, por ello, se adoptó una pedagogía y una provisión de recursos adaptable únicamente en el contexto de la escuela selectiva. Los cursos de Nuffield y del primer Consejo de Escuelas presentaron problemas reales a los profesores que intentaban aplicarlos dentro de los objetivos más amplios de la educación general; y también a aquellos que entendían la escuela como algo más que un mecanismo para elegir y socializar las clases futuras profesionales o a quienes se enfrentaban día a día con los problemas de la enseñanza, intentando desarrollar una gama total de habilidades.

Desarrollos de segunda fase

Los desarrollos en los años 70 estuvieron muy influenciados por la comprensión de que el modelo de Investigación, diseño y difusión para la innovación, no podría cumplir con los amplios contextos escolares generados por la reorganización global de la educación ni con un concepto de innovación y cambio más igualatorio para todos los alumnos. Por ello el Consejo de Escuelas, y también, aunque con un alcance más limitado, la Asociación para la Enseñanza de la Ciencia, comenzó a utilizar modelos locales —de periferia al centro— para los cambios curriculares (que, de nuevo en términos de Havelock, utilizaba combinaciones de los modelos de Resolución de problemas y de Interacción Social para el cambio educativo). Lo típico del desarrollo durante este período fueron los materiales curriculares producidos por el proyecto LAMP de la Asociación para la Enseñanza de la Ciencia, y los proyectos de educación local «Science at Work» (Manchester, L.E.A.); «Science Horizons» (West Sussex); «Open Science» (Birmingham).

La característica predominante de todas estas iniciativas, es que respondían a necesidades percibidas y articuladas localmente y no quedaban restringidas por cuestiones de política nacional. En el mejor sentido, representaban desarrollos básicos de la población a la que iban dirigidos los distintos proyectos con un amplio poder del profesor para influir en el curso de su desarrollo. Su debilidad estaba en la dificultad de acoplarse a otras zonas y, por tanto, de generalizarse. En términos geográficos, culturales y de recursos, Manchester y West Sussex están a años luz entre sí.

Desarrollos de la tercera fase

Por una variedad de razones, que incluyen los cambios económicos, la tendencia cada vez mayor hacia el centralismo y, posiblemente, un ligero

grado de oportunismo, lo más importante en esta tercera fase de los cambios con respecto a la enseñanza de la ciencia de Inglaterra, País de Gales e Irlanda del Norte es el proyecto «Secondary Science Curriculum Review». Esta revisión, establecida en 1981, es un ejemplo único de desarrollo del currículum de ciencias por las siguientes razones:

1. Es el primer proyecto nacional que cubra Inglaterra, País de Gales e Irlanda del Norte y que se dirige a todos los alumnos de edades comprendidas entre 11-16 años de cualquier capacidad.
2. Es el primer proyecto en la enseñanza de ciencias, establecidos dentro de un consejo político de amplia base, que acepta el hecho de que todos los jóvenes de edades entre 11-16 años deben estudiar.
3. Es el primer proyecto que refleja las líneas del gobierno en el desarrollo de la enseñanza de ciencias, como se indicó recientemente en algunas declaraciones políticas (ver: «Science Education in Schools», Departamento de Educación y Ciencia, 1982).
4. Es el primer proyecto de enseñanza secundaria que pretende explorar de forma sistemática el concepto de «las ciencias en todos los planes de estudio».

Los objetivos y metodología del «Secondary Science Curriculum Review»

Como ya he dicho, el objetivo de nuestro proyecto es establecer caminos y medios a través de los que la ciencia se pueda enseñar eficazmente a todos los jóvenes de edades entre 11-16 años, independientemente de sus capacidades. (Es importante indicar que, en el contexto de los cambios sociales en el Reino Unido, las aulas son integracionistas con respecto a niños de otras culturas étnicas y a partir de 1981, esta política de integración se va extendiendo a los niños que padecen trastornos mentales y físicos. Por tanto, el término «todos los jóvenes» cubre una amplia gama de capacidades, antecedentes sociales, aptitudes y aspiraciones). Por ello, el S.S.C.R. tiene la responsabilidad de desarrollar cursos apropiados para las niñas, los alumnos medianos y por debajo del nivel mediano y para todos aquellos que padecen desventajas. Dentro de este amplio marco se han establecido los objetivos siguientes para todos sus trabajos:

El trabajo que va a desarrollar este proyecto, durante cinco años, intentará facilitar oportunidades iguales a todos los estudiantes para:

- a) Explorar la naturaleza de su entorno biológico y físico mediante la observación, experimentación y pregunta sistemática; desarrollar la capacidad de diseñar y llevar a cabo experimentos, evaluar sus resultados y resolver problemas; estudiar los conceptos y principios clave esenciales para una comprensión de la ciencia como manera de enfocar el mundo; estudiar aquellos aspectos de la ciencia esenciales para la comprensión de uno mismo y su propio bienestar.
- b) Utilizar sus conocimientos científicos en el diseño y desarrollo de soluciones a los problemas tecnológicos y para comprobar y evaluar dichas soluciones; estudiar los temas clave de la ciencia y tecnología que se relacionan con el mundo del trabajo y ocio, de forma que

- estén mejor capacitados para participar en una sociedad democrática; estudiar conceptos clave esenciales para una comprensión del papel de la ciencia y tecnología en una sociedad postindustrial y tecnológica.
- c) Comprender el desarrollo histórico y el significado cultural contemporáneo de los principios y teorías científicos; apreciar la tecnología como una expresión del deseo de comprender y controlar el medio ambiente y entender que varía constantemente en respuesta a las diferentes necesidades sociales; comprender que las explicaciones científicas del pasado fueron válidas en su tiempo y que las tecnologías más antiguas aún tienen aplicación en algunos contextos culturales.
 - d) Discutir, reflexionar sobre, y evaluar su conocimiento personal de los conceptos, teorías y generalizaciones científicos fundamentales; explorar tópicos o temas que les sean útiles para comprender las limitaciones de los conocimientos científicos que impone la propia condición humana.

Mientras que el desarrollo total del programa está enmarcado por estos objetivos, se han iniciado proyectos individuales que preparen los materiales y estrategias de enseñanza apropiados para explicar en detalle cómo conseguir los conocimientos, habilidades y capacidades adecuadas a los objetivos propuestos. Al evaluar los resultados del trabajo realizado, la Revisión pondrá énfasis en el grado en que el programa y sus componentes se ajusten a los siguientes criterios:

- A) El programa de trabajo de estos cinco años deberá incluir una selección de conocimientos apropiada y coherente tomados de la biología, la química y la física, y que vayan aumentando progresivamente con la inclusión de materias de otros campos de la ciencia. Además, se prestará la debida atención para extender una práctica adecuada y actual de la enseñanza de la ciencia en los niveles primarios, secundarios y terciarios, y para prevenirse contra una sobrecarga de contenidos.
- B) Las soluciones adoptadas para la selección de una gama amplia y equilibrada de contenidos y técnicas de trabajo deben tener en cuenta a todos los estudiantes, de forma que se cubran por igual y de manera apropiada las necesidades de los estudiantes normales y de los más y menos aptos con un programa de trabajo estimulante y relacionado con la vida cotidiana.
- C) Una vez cumplido el requisito de extender a todos los alumnos las mismas oportunidades educativas, se prestará la debida atención a las necesidades del estudiante normal, de forma que se asegure la adecuada atención a los problemas de progresión e incremento cognoscitivo. Los objetivos de aprendizaje han de estar estrechamente relacionados con las estrategias de enseñanza y ambos tendrán en cuenta las capacidades y aspiraciones del estudiante. Cualquier estudio de ampliación para alumnos con intereses particulares deberá ser consistente con los fines generales del programa total.
- D) Todo el trabajo debe incorporar propuestas para la evaluación de sus resultados y para comunicar esta evaluación a los estudiantes,

profesores, parientes, empleados y a las instituciones de educación universitaria o superior. Los procedimientos de evaluación serán un requisito indispensable para reflejar totalmente los objetivos de cada curso y deberían, donde sea apropiado, incluir las propuestas para pruebas y exámenes formales.

Como puede deducirse de estos objetivos y criterios, el enfoque de la enseñanza de la ciencia fijado en el proyecto SSCR da una gran importancia a los procesos y técnicas de trabajo, al conocimiento actual, y a las dimensiones sociales, culturales y personales de la ciencia. Además se quita importancia a los tradicionales objetivos académicos de los programas de la enseñanza de la ciencia, especialmente a aquellos que justifican sus contenidos sobre la base de que serán necesarios en cursos de un nivel más alto.

En términos de metodología nuestro proyecto también ha roto con los modelos tradicionales de innovación y cambio.

En primer lugar, hemos adoptado un enfoque que se basa en la participación activa de los profesores que trabajan como *realizadores del currículum*, en vez de pedirles que actúen únicamente como receptores del mismo. Dentro de este sistema se ha establecido nuestro proyecto con el apoyo de más de ochenta autoridades locales de educación, de unos 250 equipos de trabajo de profesores y de otros grupos en Inglaterra, Gales y Norte de Irlanda. Los grupos son responsables de definir sus propias tareas en consulta con los directores del SSCR y tienen que buscar su interpretación de los objetivos de la Revisión. Este trabajo está coordinado por los seis Dirigentes Regionales del Proyecto con dedicación plena. Estos se reúnen regularmente con el personal del SSCR, que tiene su base en Londres, para comprobar el progreso y hacerse cargo de la tarea compleja de redactar todo el trabajo conjuntamente a medida que progresa la Revisión. Existe también una coordinación con algunas actividades nacionales dentro de la enseñanza de la salud y ciencia, y con la Asociación para la Enseñanza de la Ciencia (A.S.E.) que está desarrollando una parte del trabajo en el proyecto general.

Una segunda innovación ha sido la participación de una amplia gama de entidades y organizaciones ajenas a la enseñanza a través de un proceso activo de consultas. Por lo tanto, el S.S.C.R. busca la creación de un clima de aceptación de sus objetivos, mientras establece con los profesores la forma más eficaz de lograr tales objetivos. Esta doble estrategia del desarrollo divulgado, unido a una amplia consulta, contrasta claramente tanto con el modelo de innovación del centro a la periferia, como con el de la periferia al centro practicados en los años 60 y 70.

Resumen

La Revisión del Currículum de Ciencia Secundaria (S.S.C.R.) es una actividad importante en el R.U., que intenta conseguir un cambio en profundidad del sistema, llegando a una estructura política común, mientras se continúa satisfaciendo las demandas de un conjunto muy diverso de

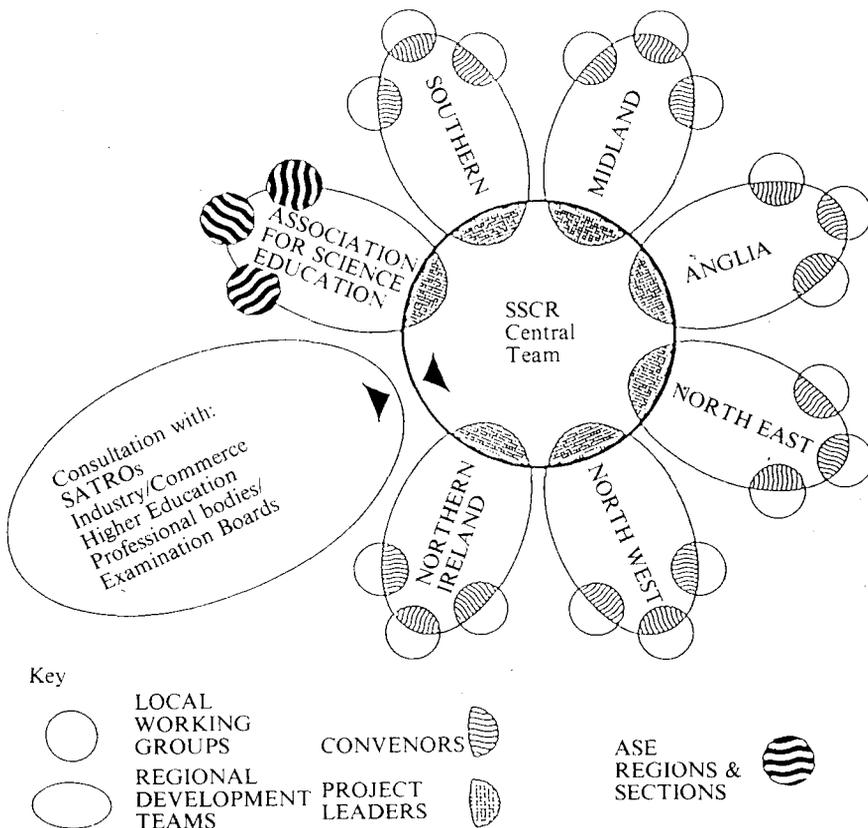
organizaciones y circunstancias. En el intento de establecer estudios de ciencia para todos los alumnos, el Proyecto ha adoptado una definición educativa amplia de la ciencia, en vez de una definición estrecha, académica o instrumental. Finalmente se ha dado gran importancia al hecho de involucrar en el proceso de cambio al profesor en activo, así como a los empresarios, a la educación superior, a los profesionales, y a los políticos. Aunque algunos aspectos de esta estrategia puede no ser aplicable dentro del contexto de unos sistemas más centralizados, yo argumentaría que nuestra definición de la naturaleza de la enseñanza de la ciencia es de interés para todos los educadores de ciencia fuera del R.U. Es probable que la decisión de involucrar a los profesores en la innovación pueda asimismo ser generalizable a otros países.

R. W. West
Marzo, 1984

SECONDARY SCIENCE CURRICULUM REVIEW

SCIENCE EDUCATION 11-16

Organisational Structure of the Secondary Science Curriculum Review



SECONDARY SCIENCE CURRICULUM REVIEW

SCIENCE EDUCATION 11-16

Timetable of development and consultation

September 1981: Secondary Science Curriculum Review established and director appointed.

June 1982: Development strategy published and local education authorities invited to become involved in development work.

April 1983: Central Team appointments completed and development work initiated.

Consultative procedure initiated by publication of «Science Education 11-16».

November 1983: Initial responses to «Science Education 11-16».

January 1984 - July 1984: Development work continues plus a series of consultative conferences and seminars.

1985: Final phase of development work and trials.

August 1986: Development work completed.

SECONDARY SCIENCE CURRICULUM REVIEW

SCIENCE EDUCATION 11-16

Short Bibliography

The following papers provide background to the issues discussed in the consultative paper.

1. *The Association for Science Education*

1.1. Alternatives for Science Education: a consultative document (ASE, Hatfield, 1979).

1.2. Education through Science: a Policy Statement (ASE, Hatfield, 1981).

2. *Assessment of Performance Unit*

2.1. Science in Schools Age 11: Report N.º 1 (HMSO, 1981).

2.2. Science in Schools Age 13: Report N.º 1 (HMSO, 1982).

2.3. Science in Schools Age 15: Report N.º 1 (HMSO, 1983).

3. *Department of Education and Science*

3.1. Education in Schools: a consultative document (HMSO, 1977).

3.2. The School Curriculum: a consultative document (HMSO, 1981).

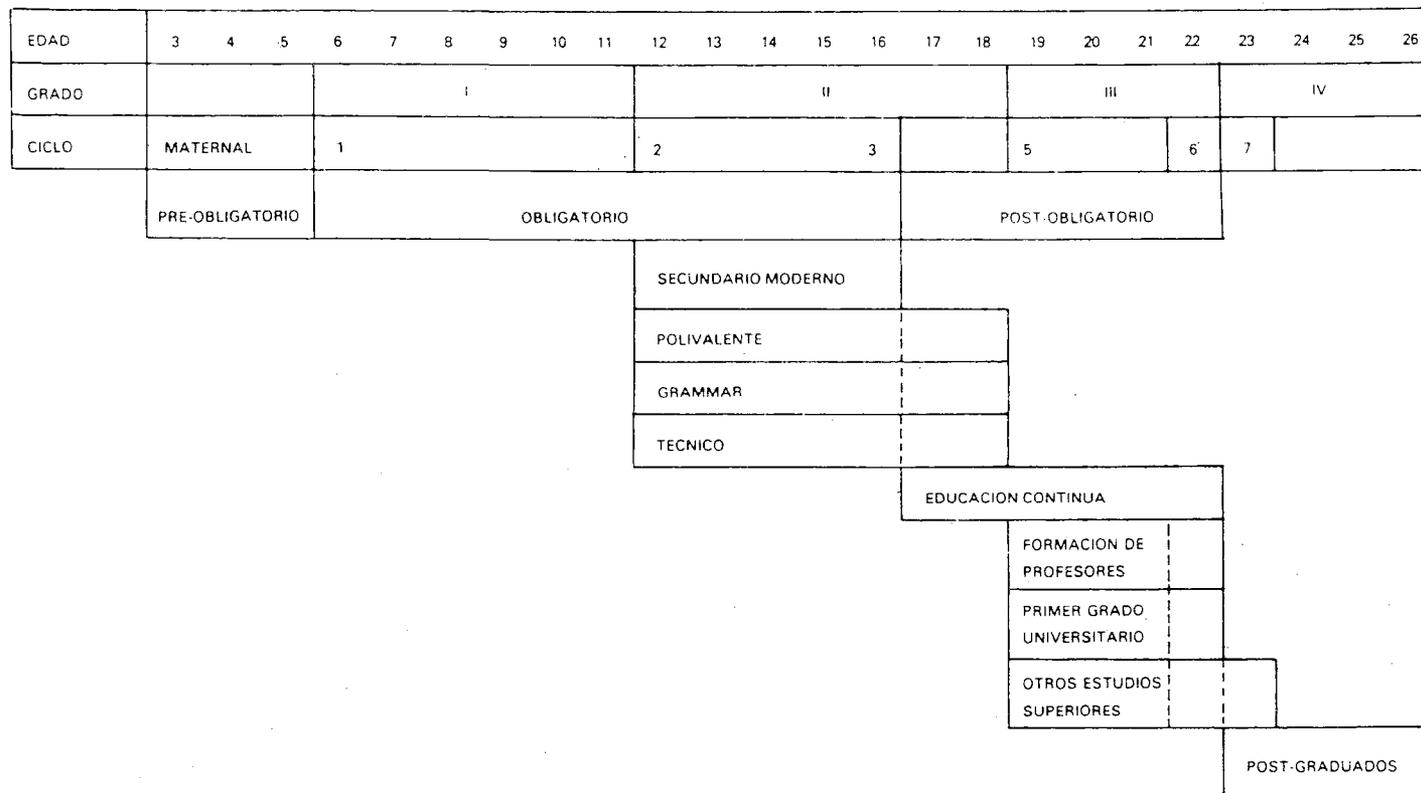
3.3. Science Education in Schools: a consultative document (DES and Welsh Office, 1982).

4. *Her Majesty's Inspectorate*

4.1. Curriculum 11-16: Working Papers by HM Inspectorate: a contribution to current debate (HMSO, 1977).

- 4.2. Aspects of Secondary Education in England: a survey by HM Inspectors of Schools (HMSO, 1979).
- 4.3. Girls and Science, HMI Series: Matters for Discussion N.º 13 (HMSO, 1980).
- 4.4. Science in Primary Schools (DES, 1983).
5. *The Royal Society*
 - 5.1. Science Education 11-18: a report in summary (The Royal Society, 1982).
 - 5.2. Science Education 11-18 in England and Wales: the Report of a Study Group (The Royal Society, 1982) with Annex.
 - 5.3. Girls and Physics: a report by the Joint Physics Education Committee of the Institute of Physics (The Royal Society/Institute of Physics, 1982).
6. *The Schools Council*
 - 6.1. The Practical Curriculum (Methuen Educational, 1981).

Estructura del sistema del REINO UNIDO (INGLATERRA Y GALES)



(Ref.: La educación en España y la Comunidad Económica Europea. Estudios de educación. M.E.C.)

Estructura del sistema educativo de ESCOCIA

EDAD	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
GRADO			I					II						III				IV						
CICLO			1					2				3	4											
	PRE-OBLIGATORIA	OBLIGATORIA										POST-OBLIGATORIA												
																	COLEGIOS DE EDUCACION CONTINUA							
																	UNIVERSIDAD							
																	COLEGIOS DE EDUCACION							
																	INSTITUCIONES CENTRALES							
																				POST-GRADUADOS				

Estructura del sistema educativo de IRLANDA DEL NORTE

EDAD	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
GRADO		I						II						III			IV							
CICLO	1	2						3	4	5	6		7											
	PRE-OBLIGATORIA	OBLIGATORIA										POST-OBLIGATORIA												
											INSTITUCION DE EDUCACION CONTINUA													
											«SIXTH FORM»	UNIVERSIDAD												
												COLECIO DE EDICACOPM												
												«ULSTER COLLEGE»												

(Ref.: La educación en España y en la Comunidad Económicas Europea. Estudios de educación. M.E.C.)

El concepto de energía en el proyecto SCIIS: Revisión del Science Curriculum Improvement Study

Ponencia presentada al Simposio «La nueva enseñanza de las ciencias experimentales», organizado por la Subdirección General de Perfeccionamiento del Profesorado del M.E.C. (Madrid, 27-30 de marzo de 1984).

Herbert D. THIER, D. Ed.

Director adjunto Lawrence Hall of Science

Universidad de California Berkeley, California 94720

«Parte de esta ponencia está basada en el **SCIIS Energy Sources Module** (Rand McNally y Compañía: Chicago, 1978) y en **Cognitive Processes and Science Instruction** (Actas del IPN - Symposium; Kiel, Germany; 1972). El proyecto SCIIS lo distribuye actualmente Delta Education, Box M, Nashua, N.H. 03061.

INTRODUCCION

Cuando se publicó el módulo de las Fuentes de Energía del proyecto SCIS en 1971, la enseñanza sobre cuestiones energéticas empezaba a ser extremadamente popular en los Estados Unidos. Aparecieron proyectos, conferencias, boletines informativos y currícula sobre la enseñanza de la energía para todos los niveles incluida la educación de adultos. Una gran parte de este interés vino como resultado de la «Crisis de energía» en los Estados Unidos. Para casi toda la gente, ésta es una crisis con la que se pueden identificar ya que pueden medir su gravedad y alcance en términos concretos operacionales. El primero y más importante síntoma es la disponibilidad de gasolina, siendo el precio siempre en alza otro índice de la gravedad del problema. Así, cuando era difícil comprar gasolina, tuvimos una crisis de energía, y ahora tenemos otro problema energético que es posible medir personalmente utilizando el cambio de precio de la gasolina en el surtidor.

Casi todos los materiales de enseñanza sobre la energía que se han desarrollado en los últimos diez años en Estados Unidos, tienen como objetivo el ahorro energético y utilizan, fundamentalmente, películas, carteles, lecturas, y charlas sobre energía y su consumo. El enfoque suele ser social y se da poca importancia a la construcción de los conceptos científicos y principios en juego, de forma que el individuo pueda emplearlos como base de conocimiento al tomar decisiones tanto personales como sociales. El resultado de este enfoque es doble. Primero, el interés y la preocupación del público sobre la crisis energética es moderado e intermitente, «mantenido» principalmente por cambios en su recibo de gas y luz o por un fuerte incremento en el precio de la gasolina. Segundo, la falta de conocimiento sobre los conceptos y principios fundamentales de la energía les hacen propicios a ser víctimas de una amplia variedad de empresarios que quieren ganar dinero de forma rápida utilizando este

campo y vendiendo cualquier cosa existente bajo el «sol» para ahorrar energía. Desgraciadamente, mucho de lo que la gente compra está muy por encima de su justo precio, es de necesidad marginal, o está tan pobremente diseñado e instalado que tiene poco o ningún efecto.

Por otra parte, la necesidad de procedimientos de ahorro real de energía es grande y la gente requiere información adecuada sobre la que basarse para tomar una decisión. Tal información debe incluir un conocimiento de los conceptos y principios científicos relacionados con la energía. Esto llevaría a entender la publicidad y a tomar decisiones razonadas e inteligentes sobre el uso de la energía. Son estos principios básicos los que están introducidos en el módulo de las Fuentes de Energía del SCIS y en su Revisión (SCIIS), de Rand McNally, publicada en 1978.

La intención de esta unidad es introducir en el estudio científico de la energía al alumno de la escuela elemental superior (sobre los 11 años), de forma que utilicen experiencias directas con materiales. De estas experiencias y con la ayuda del profesor, ellos empiezan a construir su comprensión de los conceptos y procesos científicos relacionados con la energía. El enfoque pedagógico está determinado por nuestro conocimiento cada vez mayor del desarrollo cognoscitivo del alumno y de lo que es viable realizar en una situación normal del aula de clase. El supuesto del que partimos es que, este estudio de la energía a los 11 años, es sólo una introducción y que debería continuar a través de todos los estudios escolares y de la vida adulta de un individuo.

Nuestro estudio de la energía está unido a todo el planteamiento global del proyecto SCIIS de enseñanza de la ciencia de los 5 a los 12 años. Por ello, para poder describir y explicar más adecuadamente la enseñanza de la energía, esta ponencia describirá primeramente el enfoque global, la estructura conceptual y la metodología empleadas en el programa del SCIIS. Le sigue una revisión de cómo se aplican estos principios en la Unidad sobre fuentes de energía.

ENFOQUE GLOBAL DEL PROYECTO SCIIS

Introducción

La diversidad y el cambio —en el paisaje, en formaciones de nubes, en un parque zoológico, en la formación de caramelo al calentar azúcar— atraen la atención de los niños y despiertan su interés. Naturalmente curiosos de todo lo que les rodea, los niños tratan de describir y clasificar los diversos animales, las plantas o los materiales sin vida que descubren. En este aspecto se parecen a los científicos, que tratan de comprender las condiciones básicas que gobiernan el cambio.

A través de la investigación, el entendimiento del científico sobre la naturaleza avanza desde simples hipótesis a teorías complejas. De forma parecida, la forma de pensar de los niños avanza de lo concreto a lo abstracto conforme acumulan experiencias e ideas. Desarrollan técnicas cada vez más eficaces para observar e investigar la naturaleza. En otras palabras, se hacen «letrados» científicamente.

La alfabetización científica se deriva simultáneamente del conoci-

miento básico, de las experiencias de investigación y de la curiosidad. En el programa del SCIIS, estos tres factores se integran, equilibran y desarrollan a través de la participación de los niños en los conceptos científicos básicos, conceptos orientados a los procesos y problemas desafiantes para la investigación.

Naturaleza del Proyecto

El programa SCIIS contiene 12 unidades de estudio (ver Figura 1) de ciencias para niños en los niveles de preescolar, y elemental. La unidad introductoria, *Comienzos*, lleva a dos secuencias de seis unidades: Física/Ciencia de la tierra y Vida/Ciencia de la Tierra. Las dos secuencias son complementarias en el sentido de que cualquiera de las dos puede ser utilizada primero en cualquier nivel. Por ejemplo, en el Nivel 1, usted puede utilizar *Objetos, materiales* en el otoño y *Organismos* en la primavera, o viceversa. Esta flexibilidad permite el intercambio de unidades entre dos clases a mediados de año (Existen paquetes suplementarios y alternativos de materiales para las escuelas que deseen intercambiar unidades, para compartir los equipos entre dos o más clases, o para suministrar a clases excepcionalmente pequeñas o grandes).

La secuencia científica de la «Física/Ciencia de la tierra» guía a los niños a través de investigaciones cuidadosamente seleccionadas del mundo físico. De la misma manera, la secuencia «Vida/Ciencia de la tierra» enfoca la atención sobre el mundo biológico. Ambas secuencias incluyen el tratamiento de algunos temas relacionados con las ciencias de la tierra, son ejemplos de éstos, la astronomía de la sombra, las coordenadas cartográficas, los ciclos acuáticos y minerales, y los factores climáticos.

Figura 1

SCIIS STRUCTURE AND SEQUENCE OF UNITS		
K BEGINNINGS		
	Physical/Earth Science Sequence	Life/Earth Science Sequence
1	MATERIAL OBJECTS	ORGANISMS
2	INTERACTION AND SYSTEMS	LIFE CYCLES
3	SUBSYSTEMS AND VARIABLES	POPULATIONS
4	RELATIVE POSITION AND MOTION	ENVIRONMENTS
5	ENERGY SOURCES	COMMUNITIES
6	SCIENTIFIC THEORIES	ECOSYSTEMS

El SCIIS es un proyecto de ciencias basado en la experiencia directa. Utiliza las formas en que los niños piensan y razonan. Además, se espera que influya en cómo van a razonar y tomar decisiones en sus problemas a partir de los 13 años y una vez adultos. Tal forma de pensar y de tomar decisiones puede determinar las respuestas del individuo a una gran variedad de cuestiones personales y sociales: ¿Debería fumar o no? ¿Debería votar a favor o en contra del uso del carbón como una fuente de energía en mi comunidad? En ambos casos, la persona inteligente debe poder entender las variables, juzgar críticamente las campañas de publicidad y las declaraciones de grupos de intereses especiales, y separar las reacciones emocionales de la evidencia real.

El SCIIS fomenta esta forma de pensar y de tomar decisiones, que es bastante diferente a la clase de aprendizaje, orientado hacia las habilidades, que se utiliza en la experiencia escolar elemental del niño.

Necesidad de aprendizaje de técnicas

Los niños necesitan aprender los aspectos técnicos de la lengua, de la escritura y aritmética. El papel en la enseñanza de estas artes lo tiene un profesor que sabe exactamente lo que se ha de aprender y «lo transmite» eficazmente. No se puede cuestionar la importancia de tal instrucción, porque estas habilidades son básicas para la participación en la sociedad.

Desarrollo del Razonamiento

El individuo, sin embargo, merece y necesita bastante más que el conocimiento técnico para participar de forma significativa en una sociedad

Figura II

CONCEPTUAL FRAMEWORK OF THE SCIIS PROGRAM		
MAJOR SCIENTIFIC CONCEPTS	PROCESS-ORIENTED CONCEPTS	ATTITUDES
Interaction Matter Energy Organism Ecosystem	Property Variable System Reference Object Scientific Theory These concepts lead to development of competency in observing, describing, comparing, classifying, measuring, interpreting evidence, predicting, and experimenting.	Curiosity Inventiveness Critical Thinking Persistence
SCIENTIFIC LITERACY		

democrática. La capacidad de utilizar las propias experiencias de uno como base para el entendimiento, interpretación y la toma de decisiones en la vida es esencial. Es esta habilidad de observar, recoger evidencias, analizar y emplear la información obtenida de las experiencias propias a lo que se le da más importancia en el proyecto SCIIS. Por estas razones, el papel del profesor cuando enseña la ciencia basada sobre la experiencia es el de un ayudante y colega-investigador, más que el de una autoridad o donante de conocimientos.

CONCEPTOS, PROCESOS Y ACTITUDES

Los educadores distinguen frecuentemente entre el aprendizaje de contenidos, desarrollo de procesos y formación de actitudes cuando describen un proyecto educacional o evalúan sus resultados. El SCIIS combina estos tres factores de forma totalmente integrada. A los niños se les presenta el contenido científico a través de experiencias nuevas con imanes, máquinas sencillas, pesca, criquets, y una amplia gama de otros materiales vivos y sin vida.

En el curso de sus investigaciones, los niños se ocupan de la observación, medida, interpretación, predicción y otros procesos esenciales para el desarrollo de la alfabetización científica.

Finalmente, el proyecto SCIIS ayuda a los niños a tomar actitudes positivas hacia la ciencia mientras exploran diversos fenómenos. Utilizando sus propias ideas y preferencias aprenden a tratar los descubrimientos nuevos e inesperados con confianza, examinando cuidadosamente pruebas y formando conclusiones, eliminando, por tanto, la «magia» de la ciencia.

Conceptos científicos principales

El concepto de la interacción es básico en la ciencia moderna y, por ello, también lo es en el proyecto SCIIS. Este concepto encarna la visión científica de que los cambios en la naturaleza tienen lugar porque los objetos interactúan en formas reproducibles cuando se controlan las condiciones. En la visión científica, los cambios no ocurren porque estén predeterminados o porque un «espíritu» u otra fuerza dentro de los objetos les influya caprichosamente.

Cuando los objetos u organismos hacen algo unos a otros que les lleven a cambiar, decimos que ha ocurrido una interacción. Cuando usted aplaude, las manos se interactúan la una a la otra y con el aire. Los cambios observados, la sensación en sus palmas y el sonido repentino son evidencias de acción recíproca. Específicamente, en las *Fuentes de Energía*, cuando una esfera rodante (Unidad sobre las Fuentes de Energía, Capítulo 1) choca con otra esfera, decimos que dos esferas actúan recíprocamente. El cambio en la dirección del recorrido de las dos esferas después de la colisión es la prueba de una acción recíproca.

Los niños pueden observar y emplear fácilmente tales evidencias. Mientras avanzan, de una dependencia sobre experiencias concretas a la capacidad de pensar de forma abstracta, identifican las condiciones bajo las cuales las acciones recíprocas ocurren y pronostican sus resultados.

A lo largo de todo el proyecto SCIIS se ofrecen experiencias que ayudarán a los niños a avanzar de esta manera. Por ejemplo, en *Fuentes de Energía*, la colisión de las esferas tiene lugar en un pedazo de papel carbón colocado sobre una hoja de papel blanco. La huella que se deja en el papel blanco es evidencia de la interacción entre las esferas y el papel carbón. También se puede interpretar como un registro de la trayectoria de las esferas antes y después de la colisión y, empleando tales registros, los niños son capaces de pronosticar el resultado de colisiones futuras empleando las mismas o similares esferas.

En el SCIIS se utilizan cuatro conceptos científicos principales para elaborar el tema de la interacción —materia, energía, organismo y ecosistema—. Las experiencias e investigaciones de los niños en las seis unidades que constituyen las secuencias de la «física/ciencia de la tierra» están basadas en la materia y la energía.

El organismo y el ecosistema dan su estructura a las seis unidades de la secuencia de la «vida/ciencia de la tierra». En las guías del profesor, de las diversas unidades, se describen conceptos adicionales a los cuatro que hemos considerado básicos.

Conceptos orientados hacia procesos de aprendizaje científico

El definir y dar mayor importancia a unos conceptos específicos, permite a los profesores y alumnos concentrarse en los objetivos del proyecto. Cinco conceptos orientados al desarrollo de procesos —propiedad (o característica), variable, sistema, objeto de referencia y teoría científica— sirven de base, y son esenciales para el desarrollo de aptitudes en los procesos de observación, descripción, comparación, clasificación, medida, interpretación de los datos, predicción y experimentación. Estos conceptos orientados hacia los procesos de aprendizaje y desarrollo de aptitudes están entrelazados adecuadamente en las trece unidades del proyecto.

ANTECEDENTES TEORICOS SOBRE LOS PROCESOS COGNOSCITIVOS EMPLEADOS EN EL SCIIS

Las ideas actuales del desarrollo mental son básicas en el enfoque del SCIIS. Los años escolares elementales de un niño son un período de transición, ya que el niño continúa la exploración del mundo, comenzada en la infancia, construye las abstracciones con las que interpreta ese mundo, y desarrolla la confianza en sus propias ideas. En este momento, experiencias amplias de laboratorio permitirán al niño relacionar de forma significativa los conceptos científicos con el mundo real. A medida que el niño crezca, la interacción continua entre las interpretaciones y observaciones

le obligará, con frecuencia, a revisar las ideas personales acerca de su medio ambiente.

Es responsabilidad del profesor orientar el desarrollo del niño, ofreciéndole experiencias informativas y sugestivas, como base futura para el desarrollo del pensamiento abstracto. Al mismo tiempo, debe darse al niño una estructura conceptual que le permita percibir los fenómenos de forma significativa. Esta estructura de referencia le ayudará también a integrar sus deducciones en generalizaciones, de mayor valor que aquellas que formaría si le dejaran hacerlo solo.

Los antecedentes teóricos para el enfoque de la enseñanza utilizados en el SCIIS se basan en gran parte sobre los trabajos de Jean Piaget, y en el de aquellos que han estado y están ampliando y elaborando sus teorías y descubrimientos.

La maduración, la experiencia, la transmisión social y el equilibrio (o autorregulación) son los cuatro factores identificados por Piaget como contribuyentes al desarrollo del niño de una etapa a otra.

Piaget identifica la asimilación como el elemento general implicado en todo desarrollo. El ha definido la asimilación como la integración de la realidad en una estructura o patrón anterior que ya poseía el sujeto. Ya que este sujeto es activo, el énfasis se ha puesto en la autorregulación del principiante, lo que le llevará al equilibrio que hace posible la asimilación. Como Piaget indicaba, «lo más importante es la actividad del sujeto mismo, y pienso que sin esta actividad no hay didáctica o pedagogía posible que transforme significativamente al sujeto».

La aceptación de este punto de vista nos ha llevado a un programa de ciencia en el cual el niño está íntima y activamente implicado con los objetos y sistemas reales que componen el medio ambiente. La actividad del niño es la base del proyecto, pero esta actividad no se deja al azar.

Lo que se desprende de este planteamiento es la necesidad de una secuencia, estructurada cuidadosamente, de actividades y experiencias que den al niño amplias oportunidades de interacción con el medio ambiente. La estructuración de esta secuencia toma en cuenta tanto la naturaleza de la ciencia como las etapas del desarrollo del niño. Ya que no hay dos niños de una determinada edad que estén necesariamente a un mismo nivel o en una etapa única de desarrollo, es necesario una gran flexibilidad en el proyecto de modo que diferentes alumnos puedan actuar y realizar experiencias con diferentes niveles de dificultad. El profesor de un programa así tiene que tener una actuación muy especial. Más que decir a los niños lo que se supone que ellos deben saber, escucha u observa para determinar lo que están aprendiendo. El escuchar y observar le brindará las bases para que se replantee el trabajo dentro de la estructura conceptual adoptada por el proyecto. Las preguntas que el profesor plantea al niño deben ser variadas y tendentes a alentar la observación, experimentación y realización de otras actividades con los materiales disponibles. Se debe dar la mayor importancia a la experiencia activa con los materiales, pero esta experiencia, o actividad, no tiene que ser fortuita o no estructurada.

Lo que se requiere es un proceso de descubrimiento dirigido, donde el profesor toma el importante papel de «experto» que analiza la interacción del niño con el medio ambiente, y, en base a este análisis, sugiere otras experiencias curriculares para ellos.

La experiencia del niño debería llevarse a cabo en un ambiente que fomente la interacción social entre los diferentes alumnos. Al estimular a grupos pequeños de principiantes a trabajar juntos y compartir sus experiencias e ideas, el profesor tiende a fomentar el desarrollo del lenguaje y ayuda al niño a abandonar su visión egocéntrica del mundo. Se le fuerza a modificar sus propias ideas en relación a las experiencias que ha tenido con el mundo real. Un niño puede aprender rápidamente de un semejante, cuyas ideas son menos distantes que las del profesor. Sin embargo, el profesor tiene siempre el papel de asesor del grupo, dispuesto a solucionar cualquier polémica antes de que se convierta en una pelea y permanecer alerta a cualquier oportunidad de devolver la iniciativa del trabajo a los alumnos y, por lo tanto, fomentando las posibilidades de realización de otras actividades y de obtención de nuevos datos. De esta manera, el niño desarrolla la capacidad de emplear el lenguaje en relación a las experiencias para que se convierta en una parte integral del conocimiento del niño sobre el fenómeno, en vez de ser un grupo de palabras o frases aprendidos de memoria para complacer al profesor.

EXPLORACION, INFORMACION Y DESCUBRIMIENTO

En el SCIIS se ponen en práctica las teorías del aprendizaje a través de un enfoque cíclico que comprende tres partes. Estas partes, llamadas Exploración, Información y Descubrimiento, ayudan al profesor a organizar sus esfuerzos para estimular el desarrollo intelectual del niño. Cada uno de estos aspectos del ciclo de aprendizaje está descrito más abajo.

Exploración

Los niños aprenden sobre algo, a través de su propio manejo y experimentación espontánea con objetos, para ver qué ocurre. Así, primero exploran materiales dándoles una orientación mínima en forma de instrucciones o preguntas específicas. Los materiales han sido cuidadosamente escogidos para facilitar la aparición de ciertas preguntas que los niños no se han hecho anteriormente.

El profesor anima esta actividad exploratoria haciendo preguntas y comentarios que den lugar a la participación activa. El uso creativo de los materiales por un individuo puede utilizarse como un medio de dar nuevas ideas a otros. Durante las actividades de exploración, los profesores tienen la oportunidad de observar a los niños y de obtener conclusiones sobre las ideas y conocimientos preexistentes. Esta evaluación puede ser la base para la posterior planificación de la enseñanza.

Información

El estudio espontáneo está limitado por los conceptos previos. Después de la exploración, un niño necesita nuevos conceptos para interpretar sus observaciones. Ya que pocos niños pueden expresar por sí mismos nuevos conceptos, el profesor tendrá que dar definiciones y términos a medida que surjan. Esto constituye la «información».

Durante una lección de información el profesor debería ser claro y explícito al dar una definición, repitiéndola varias veces si es necesario. Para dar a los niños oportunidades de emplear un concepto se les debe animar a que busquen ejemplos que aclaren la nueva idea. Cuando comunican tales ejemplos —inmediatamente o durante actividades posteriores de descubrimiento— el profesor obtiene además datos sobre la asimilación del nuevo concepto.

La «información» o introducción de un concepto en un niño es sólo el comienzo de un proceso experimental. El conocimiento, la asimilación y la habilidad para emplear este concepto en la vida cotidiana surgirán de las experiencias del niño durante y después de las actividades de descubrimiento.

Descubrimiento

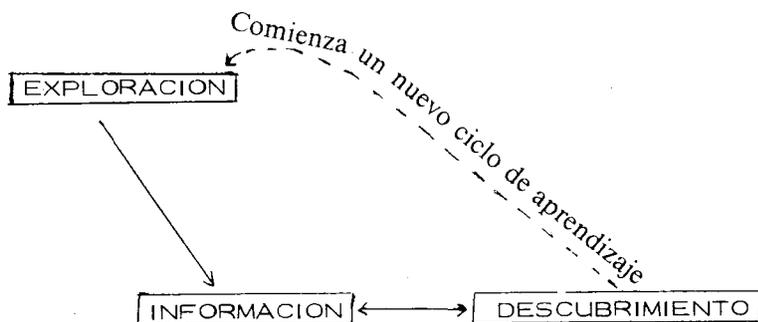
Empleamos «descubrimiento» para describir aquellas actividades en las cuales un niño encuentra una nueva aplicación de un concepto a través de la experiencia. El profesor puede planear una variedad de situaciones que lleven al descubrimiento, o puede depender de las experiencias propias del niño para facilitar estas aplicaciones. Las actividades de descubrimiento refuerzan el concepto original y amplían su significado. El dominio y la retención de los conceptos es ayudado por la experiencia y por la aplicación repetida del mismo en la variedad de situaciones que aparecen durante las actividades de descubrimiento.

El papel de los profesores en estas sesiones es el de atender a los niños para que puedan trabajar eficazmente con los distintos materiales, así como observar la forma en que aplican los conceptos. En esta etapa el profesor puede pasar el tiempo con individuos o grupos pequeños para observar sus trabajos y hacer preguntas que les estimulen hacia una nueva investigación. Cuando sea necesario, debe reintroducir el concepto explicado o revisar otros anteriores.

El ciclo de aprendizaje

Exploración, información y descubrimiento son etapas dentro de un ciclo de aprendizaje porque cada etapa puede siempre llevar a otra. Sin embargo, las sesiones exploratorias incluyen frecuentemente actividades de descubrimiento basadas en conceptos previos mientras se crea una necesidad para la introducción de otros nuevos. Las sesiones de información, frecuentemente, llevan a preguntas mejor contestadas cuando se da

oportunidad a los niños para trabajar por su cuenta, y así descubrir aplicaciones del nuevo concepto. Las actividades de descubrimiento pueden servir igualmente para reintroducir conceptos anteriores y para explorar los nuevos. En forma de diagrama podemos representar el ciclo de aprendizaje de esta forma:



Las tres etapas de exploración, información y descubrimiento se aplican por separado a cada concepto de ciencia introducido en una unidad. La segunda parte de Fuentes de Energía, por ejemplo, trata del concepto de transmisión de energía. En el capítulo 4, los niños trabajan con el «rotoplano» (plataformas giratorias accionadas por hélices) y en el 5 se introduce a los conceptos de transmisión fuentes y receptores de energía. En los capítulos 6 y 7 se refuerzan las ideas tanto por medio de las ilustraciones del profesor como por las experiencias adicionales de los niños, a medida que ellos encuentran más evidencias de transmisión de energía.

Coloquios

Las conversaciones entre los niños o entre profesor y alumnos son importantes para el proceso de aprendizaje. Mientras participan en experimentos individuales o de grupos, los niños intercambian espontáneamente sus observaciones e ideas. Durante la sesión de información el profesor aclara y explica un nuevo concepto. Cuando el profesor quiere evaluar puede dirigir una pregunta específica a un niño en particular.

En otras ocasiones, el SCIIS sugiere discusiones en las cuales los niños informan sobre sus resultados experimentales, comparan observaciones y algunas veces discuten los descubrimientos de unos y otros.

Preguntas

Las preguntas que formulamos y la forma en que las hacemos afectarán al trabajo y a las actitudes de los niños. Tome nota de la diferencia entre «¿qué hemos estudiado ayer?» y «¿qué habéis descubierto ayer?». Ambas preguntas requieren una revisión de una actividad previa, pero la primera

busca una respuesta que ya está en la mente del profesor, mientras que la segunda hace referencia a la propia experiencia del niño.

Las preguntas que permiten una variedad de respuestas son a menudo llamadas *divergentes* porque pueden llevar hacia muchas direcciones.

Las preguntas que provocan un tema de discusión son normalmente de esta naturaleza y necesitan ser seleccionadas con un propósito claro en la mente. Si uno desea informarse sobre la asimilación de un concepto o la memorización de un cierto hecho, se hace una pregunta convergente. Suele ser preferible hacerlo individualmente, quizás mientras los alumnos están realizando trabajos en grupos pequeños. Cuando se está buscando una respuesta específica, es importante que ello quede claro para el niño.

Si se desea provocar un tema de discusión, se debe hacer una pregunta divergente. y después esperar mientras varios niños proponen respuestas. Si los niños continúan sus discusiones sin ningún dirigente, mucho mejor.

Resumen conceptual de la unidad de Fuentes de Energía

Cuando se realizaron experiencias previas de clase para el posterior desarrollo de esta unidad, se hicieron algunas tentativas de introducción del concepto de conservación de energía a través de trabajos sobre calometría. Quedó claro que este camino no era prometedor debido a la falta de conocimientos matemáticos de los niños y, aún más importante, los alumnos son incapaces de despreciar las pequeñas diferencias de resultados que aparecen en la realidad y así conceptualizar el principio abstracto de la conservación de la energía. Ello supone, además, una incapacidad para encontrar ejemplos concretos fácilmente observables y comprensibles. Por estas razones, fue aplazada la introducción significativa del concepto de conservación de la energía.

El concepto principal introducido en el nivel quinto de la unidad de ciencia física del SCIIS es la transmisión de energía. Al mismo tiempo, el concepto relacionado con la alimentación (fuentes de energía de un organismo) se introdujo en el nivel quinto de la unidad sobre la vida *Comunidades*. En estas dos unidades se investigaron las interacciones entre objetos y organismos desde un punto de vista cada vez más extenso, donde se tomó en cuenta su interdependencia dinámica. Los alumnos aplican y desarrollan una comprensión más completa del concepto de sistemas, de la identificación de variables y de la interpretación de datos, con los que se familiarizaron durante los primeros años de aplicación del SCIIS.

La unidad «Fuentes de energía» continúa fijando su atención sobre las transmisiones de energía que acompañan a la interacción de la materia en su forma sólida, líquida y gaseosa. Las descripciones de los niños sobre las cantidades de energía transmitida desde una fuente a un receptor ayudan a prepararles para entender y aplicar el principio de conservación de energía, pero este concepto, por las razones ya descritas anteriormente, no está introducido en las Fuentes de Energía.

Plan específico de la unidad

Las investigaciones introductorias con las esferas rodantes ayudan a los alumnos a revisar la acción recíproca, las variables, y otros conceptos con los cuales ellos ya están familiarizados. Estas experiencias y las exploraciones de «rotoplanes» (plataformas giratorias accionadas por hélice) de los niños facilitan bases para la información sobre la transmisión de energía y para la identificación de fuentes y receptores de energía.

Los alumnos aplican los nuevos conceptos a situaciones en las cuales aparecen cambios de temperatura o movimientos, que pone de manifiesto la transmisión de energía. Ellos experimentan con (1) agua caliente y fría, donde el agua caliente sirve como fuente de energía; (2) tiragomas y muelles, donde los muelles comprimidos son la fuente de energía; (3) esferas que ruedan en rampas y chocan con un objetivo móvil (las esferas rodantes sirven como fuentes de energía); (4) la descongelación del hielo (los cuerpos de los niños y el agua caliente son las fuentes de energía); y (5) el calentamiento del agua expuesta al sol en el cual la fuente de energía es la energía solar. A través de fichas de ampliación (EYE-Extending your Experiences) y de otras sugerencias, se propone a los estudiantes más interesados una amplia gama de proyectos y de otras actividades de investigación individualizadas. En algunas de estas actividades, los niños pueden observar múltiples transmisiones de energía a través de una secuencia de interacciones, como por ejemplo, desde una mano a un muelle (de comprensión), del muelle a la expansión del tirachinas, de éste a la «china» y de ésta al papel en la actividad del tirachinas. Se introduce la frase *cadena de energías* para describir tal situación.

APLICACION DE ESTOS PLANTEAMIENTOS EN LA UNIDAD SOBRE FUENTES DE ENERGIA DEL SCIIS

Parte una.— Revisión

Los alumnos revisan la interacción, los datos obtenidos, las variables utilizadas y otros conceptos básicos mientras exploran las esferas rodantes y en choque. Las esferas rodantes en papel carbón dejan huellas que se pueden interpretar para describir y comparar las semejanzas y diferencias entre esferas y las diversas maneras en las cuales éstas pueden ser puestas en libertad. Los alumnos exploran los choques de las esferas además de revisar las variables, el movimiento relativo y el uso de gráficos para registrar los datos.

En esta parte se utiliza un método de experimentación controlada mientras los alumnos tratan de obtener resultados reproducibles en los experimentos sobre las huellas de las esferas.

Parte dos.— Transmisión de Energía

Se emplea aquí el ciclo completo de exploración, información y descubrimiento del SCIIS para introducir los conceptos de fuente, recepción y

transmisión de energía. Plataformas de plástico en libre rotación («rotoplanes»), a las que se pueden unir hélices eléctricas de goma, son exploradas por los alumnos. Investigan sobre distintas variables tales como el número de hélices empleadas, el número de giros, etc. Basándose en la experiencia de los alumnos con los «rotoplanes» y los aviones de papel, el profesor introduce los conceptos de fuente y receptor de energía. Después de la información, los niños emplean nuevamente los rotoplanos con los que llevan a cabo experimentos cuantitativos para comparar la cantidad de energía transferida al rotoplano en diversas condiciones. El conocimiento sobre fuentes y receptores de energía se amplía mediante experimentos de interacción entre objetos calientes y fríos. La evidencia de transmisión de energía es el cambio de temperatura; los alumnos sienten el cambio directamente o lo deducen por el cambio de color en tarjetas sensibles al calor.

Se introducen los histogramas y los gráficos de variables para ayudar a los alumnos a ver la relación entre los datos obtenidos por el grupo en un solo experimento y los resultados de un conjunto de experimentos diferentes. Este enfoque parece ayudar a los niños a utilizar y entender más eficazmente los datos recogidos.

Parte tres.—El cambio de temperatura como evidencia de la transmisión de energía

Los alumnos aplican los conceptos de fuentes, receptores y transmisión de energía, a las interacciones de sistemas con distintas temperaturas. Utilizando termómetros, miden la temperatura de varios sistemas dentro y fuera del aula.

Se emplean también estos termómetros para investigar la transmisión de energía entre muestras de agua caliente y fría. Se mezclan las muestras de agua y se comparan las temperaturas antes y después de la mezcla. Después se dejan interaccionar a las muestras individuales de agua caliente y fría, en recipientes diferentes pero que están en contacto. Al registrar gráficamente los cambios de temperatura en función del tiempo para cada muestra, los alumnos ven que las lecturas de temperaturas se van igualando gradualmente. A esto le sigue una actividad en la cual los niños intentan transferir energía a un cubito de hielo para poder derretirlo. Después participan en un concurso para conservar el hielo con lo que se pone de manifiesto el concepto de los aislantes. A continuación llevan a cabo experimentos relativamente cuantitativos con cantidades determinadas de agua caliente que transmite energía a los cubitos de hielo. La cantidad de hielo que se derrite en un tiempo dado se utiliza como medida de la cantidad de energía transferida.

Parte cuatro.— El movimiento como prueba de la transmisión de energía

En esta parte, los alumnos investigan dos sistemas mecánicos sencillos. Primero realizan una experiencia con esferas y cuerpos que se deslizan, observando y analizando la interacción de las esferas y las variables que

afectan a las distancias recorridas. Después, añaden una o más tuercas hexagonales a los cuerpos deslizantes para incrementar su peso en cantidades variables. Así descubren a través de experiencias controladas si existe dependencia entre el incremento de peso y la distancia recorrida.

El segundo sistema que los niños investigan es el tiragomas, accionado por muelles, que impulsa a las tuercas hexagonales hacia el aire; identifican la cadena de energías y las variables que afectan a la distancia recorrida por las tuercas.

Después llevan a cabo experimentos controlados para determinar lo que ocurre si se varían los muelles utilizados y si ello afecta al recorrido de cada tuerca. Al final de esta parte se amplían los trabajos sobre transmisión de energía y se proponen experimentos controlados para resolver problemas.

Parte cinco.— Transmisión de energía solar

En esta parte, los alumnos investigan las variables que afectan a la transmisión de energía solar, utilizando agua sobre bandejas solares diseñadas especialmente. Primero exploran los efectos de dos variables sobre la cantidad de energía solar transferida. Las variables son el color de la bandeja y si se emplea o no una tapa. Después investigan los efectos cuando se varía la cantidad de agua y el tiempo de exposición al sol. En todos los casos la subida de temperatura del agua se emplea como medida de la energía transmitida. Finalmente se les desafía a los niños a evitar que se enfríe una muestra de agua caliente. Este experimento es útil para evaluar algunos conceptos como el de aislante.

Finalmente, y como revisión, se propone a los alumnos que diseñen una experiencia para evitar que se enfríe una muestra de agua caliente y que comprueben su eficacia.

ESTADOS UNIDOS

- Organización Federal. Oficina central de educación que recoge información, colabora y administra fondos estatales; no controla.
- Programas prácticamente libres en los Centros. Sistema de «créditos».
- En general, podrían establecerse dos modalidades: a) y b).
- En algún Estado se añaden 2 años a la escuela superior para especialización profesional, técnica o artística.

a) 6 años	<table style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; padding: 0 10px;">8 años</td> <td style="text-align: center; padding: 0 10px;">4 años</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 0 10px;">PRIMARIA</td> <td style="text-align: center; padding: 0 10px;">SECUNDARIA</td> </tr> </table>	8 años	4 años	PRIMARIA	SECUNDARIA	Univers.
8 años	4 años					
PRIMARIA	SECUNDARIA					

b) 6 años	<table style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; padding: 0 10px;">6 años</td> <td style="text-align: center; padding: 0 10px;">2 años</td> <td style="text-align: center; padding: 0 10px;">3 años</td> </tr> </table>	6 años	2 años	3 años	Univers.
6 años	2 años	3 años			

La reforma de la enseñanza de las Ciencias Físicas y Químicas en Francia

Dr. R. VIOVY

**Profesor de la Escuela Normal Superior de Saint Cloud-París.
Miembro de la Comisión Lagarrigue para la Reforma
Francesa de la Enseñanza de las Ciencias**

Ponencia presentada en el Simposio: «La nueva enseñanza de las Ciencias Experimentales», organizado por la Subdirección General de Perfeccionamiento del Profesorado del Ministerio de Educación y Ciencia y celebrado del 27 al 30 de marzo de 1984.

En 1971 se hizo el «lanzamiento» de la reforma de la enseñanza de las ciencias físicas y la tecnología, con la creación de la Comisión Ministerial de reforma, llamada desde entonces: Comisión Lagarrigue, por el nombre de su primer presidente. La reforma en las matemáticas se encontraba pendiente de terminación y las polémicas que había suscitado influyeron, sin ningún género de duda, en los trabajos de la nueva comisión. Ha sido en el curso 1983/84, cuando las últimas modificaciones nacidas de esta reforma han sido aplicadas en las clases terminales del segundo ciclo. Son el resultado de dos elementos superpuestos: una reforma de estructuras común a todas las disciplinas y una reforma específica de las Ciencias Físicas. Algunos estiman que el lapso de tiempo transcurrido es muy largo, pero somos muchos los que pensamos, por el contrario, que ciertas etapas han sido demasiado rápidas. Efectivamente, toda reforma en profundidad necesita una transformación de los métodos, lo que impone adaptaciones difíciles de las personas, así como el uso de materiales diferentes. Resulta difícil cambiar brutalmente estos dos elementos.

Es de suponer que la situación evolucione aún más, ya que está prevista una modificación más global del sistema educativo francés como consecuencia de reflexiones muy recientes de varias Comisiones.

Después de una breve ojeada a la estructura de la enseñanza secundaria francesa y a la situación en 1971, veremos cómo ha trabajado la Comisión Lagarrigue. En una tercera parte detallaremos las reformas establecidas. Después, trataremos de ver las consecuencias de los métodos de trabajo utilizados y realizaremos un análisis crítico de la situación actual. Finalmente, indicaremos las perspectivas que ofrecen unas reformas más profundas del sistema educativo francés.

I. LA ENSEÑANZA FRANCESA Y LA SITUACION EN 1971

I.1. Estructura de la enseñanza:

Una primera observación: La enseñanza de la física y de la química está atendida en Francia por el mismo profesor en todo el Segundo Grado. Los programas de Física y de Química, sin embargo, son diferentes. El sistema se halla fuertemente centralizado con programas nacionales y exámenes nacionales. Programas y exámenes son comunes a la enseñanza pública y a la enseñanza privada. Hay que recordar igualmente que la enseñanza es obligatoria hasta los 16 años, con determinados ajustes a partir de los 14 años.

I.1. a) *Los «collèges»*: Constituyen el primer ciclo, que está formado por cuatro clases numeradas de la 6.^a a la 3.^a. El ingreso en 6.^a se hace normalmente a los 11 años. En 1971 existían dos tipos de enseñanza. El primero, atendido en los Collèges de Enseñanza General (C.E.G.) donde enseñaban una mayoría de profesores que habían recibido una formación de tres años después del bachillerato, en centros especiales. Estos profesores (P.E.G.C.) son bivalentes (Ciencias físicas + otra materia). El segundo tipo era impartido en collèges de enseñanza secundaria por profesores Certifiés (formación universitaria y concurso de selección —C.A.P.E.S.— en 4 años como mínimo), algunos agregados (5 años de formación), pero también por algunos P.E.G. Los programas, un poco más reducidos en los C.E.G., eran suficientemente afines para permitir una integración fácil de los alumnos de los dos tipos de establecimiento en el segundo ciclo. El examen terminal de este ciclo se llamaba Título de Enseñanza del primer ciclo (B.E.P.C). No daba derecho a entrar en el segundo ciclo.

De hecho, existía un tercer camino para la salida de la Escuela Elemental: las clases de transición reservadas a los alumnos con dificultades, donde había una enseñanza abierta (sin programa) y con maestros especializados.

La enseñanza de Ciencias Físicas (2/h. semana) se impartía sólo durante los dos últimos años, en el marco del programa de tecnología.

Desde 1977, comienzo de la reforma, la enseñanza se realiza, para todos los alumnos, en un solo tipo de establecimiento: los collèges, con un cuerpo de profesores mixto, Certifiés y P.E.G.C. Existe un solo tipo de clases (llamadas indiferenciadas). En las dos últimas clases los alumnos pueden seguir enseñanzas opcionales, particularmente de carácter preprofesional. La enseñanza de las ciencias experimentales: física, química, biología, geología, es de tres horas por semana.

I.1. b) *Los liceos*: Son los establecimientos en los que se imparte la enseñanza del segundo ciclo. Para los liceos de enseñanza general y los liceos técnicos, el ciclo está sancionado por un título de Bachillerato después de tres años de estudios (segundo, primero, terminal). Los liceos de enseñanza profesional dan una enseñanza corta (2 años) sancionada con un Diploma de Enseñanza Profesional (B.E.P.) o un certificado de aptitud profesional (C.A.P.).

En 1971 en los liceos de enseñanza general se distinguían cuatro ramas:

- A.—Letras-lenguas (con varias opciones)
- B.—Economía-Gestión.
- C.—Matemáticas-Ciencias Físicas.
- D.—Ciencias experimentales.

En los liceos técnicos existían también tres grandes ramas:

- E.—Técnica General.
- F.—Técnicos científicos (9 secciones).
- G.—Economía-Gestión.

La enseñanza de ciencias experimentales estaba atendida en terminal para las secciones C.D.E.F.

En 1981, la reforma de las estructuras alcanzó el segundo ciclo, modificando esencialmente el ciclo general con la creación de un segundo común (llamado de orientación) y solamente tres ramas: A, B y S (mixto: letras/ciencias) para el primero. El terminal ha conservado las mismas orientaciones, pero con una modificación de los programas.

El siguiente cuadro representa los horarios actuales para los dos ciclos de la enseñanza general. Este cuadro permite comparar el peso de las diversas disciplinas. En las ciencias físicas la proporción media es de aproximadamente 1/3 Química, 2/3 Física.

Clase Materia	6.º	5.º	4.º	3.º	2.º	1.º	Terminal
Filosofía							8(A) 3 (B.C.D.)
Francés	5h	5h	5h	5h	4h	5(A) 4(B) 4(S)	
Lengua I	3h	3h	3h	3h	2h30	3h	3(AB) 2(CD)
Historia Geo (Cien. soc.)	3h	3h	3h	3h	4h	4(AB) 3(CD)	
Cien. Econom.	—	—	—	—	—	4(B)	5(B)
Matemáticas	3h	3h	4h	4h	3h	2(A) 5(B) 6(S)	2(A) 5(B) 9(C) (D)
Cien. Fís.	3h	3h	3h	3h	3h	1,30(AB) 5(S)	5(C) 5(D)
Ciencias Nat.	3h	3h	3h	3h	3h	2(AB) 2,30(S)	2(C) 5(D)
Educ. Física	3h	3h	3h	3h	2h	2h	2h
Dibujo	2h	2h	2h	2h	—	—	—
Música	2h	2h	2h	2h	—	—	—
Act. Manuales	2h	2h	1h30	1h30	—	—	—
Opciones	—	—	3hmin	3hmin	—	3hmin(AB)	3hmin(AB)

II. LA COMISION LAGARRIGUE: PROPUESTAS DE REFORMA

II.1. Los orígenes de la comisión, su composición:

Como ya dije al principio de esta exposición, una reforma de las matemáticas y del francés se había ya planteado desde el año 1965. La Acade-

mia de Ciencias había pedido, en un manifiesto, que la formación de los alumnos fuese equilibrada entre matemáticas y ciencias experimentales, y que se hiciese una reflexión sobre las posibilidades de una reforma de la enseñanza de las Ciencias Físicas.

En efecto, desde hace cerca de 40 años, la enseñanza de nuestra disciplina no había suscitado ninguna reflexión en profundidad, y las modificaciones aportadas al programa permanecían mínimas, refiriéndose sólo a una adaptación de lo que ya existía, a la evolución de los conocimientos.

Además como ya lo he demostrado en el párrafo anterior, en 1971 no existía prácticamente ninguna enseñanza de Ciencias Físicas antes del liceo, ya que la enseñanza de 4.º y 3.º de Tecnología —enseñanza que, por otra parte, suscitaba muchas controversias—, perseguía otros objetivos. Durante mucho tiempo los especialistas de física y de química pensaban que estas disciplinas eran muy difíciles para los niños, siendo así que la parte opuesta, por el contrario, opinaba que una enseñanza experimental precoz era indispensable para una formación equilibrada y para la orientación de los alumnos. Este criterio se hacía cada vez más importante, reforzado por las experiencias extranjeras en este campo.

La necesidad de una enseñanza de las Ciencias Físicas en los colegios se hacía cada vez más evidente:

- Gracias al trabajo experimental y a una utilización de modelos relativamente sencilla, la enseñanza de las Ciencias Físicas aparece como un mediador privilegiado para el paso concreto al pensamiento abstracto.
- Con el desarrollo tecnológico que nos rodea, resultaba indispensable que, en la formación de base, interviniese un componente que permitiera una toma de conciencia racional de los aspectos científicos en este campo.

Con estos objetivos, la Comisión se formó en 1971. Se componía de sesenta miembros que representaban los diversos sectores de la enseñanza (Superior, Liceos, Colegios) personalidades externas a la enseñanza, en particular de la industria, la Inspección general, la Administración y representantes de las disciplinas afines: matemáticas, biología. La inmensa mayoría se nombraba a título personal y no como representantes de grupos o de asociaciones. Los objetivos eran muy amplios y las estructuras muy flexibles (ningún reglamento interior, ni rendimiento de cuentas oficiales) con lo cual el funcionamiento ha sido fácil.

II.2. Modo de funcionamiento:

La comisión plenaria se reunía una vez al mes. Con el fin de asegurar la continuidad del trabajo y servir de oficina de estudio, se constituyó un Grupo de Trabajo de siete personas (Enseñanza Superior + Enseñanza Secundaria) que, por otra parte, ha engrosado al paso de los años, hasta alcanzar 12 personas al finalizar la comisión. Independientemente de físicos y químicos (Enseñanza general y técnica), el grupo comprendía a un repre-

sentante de las Ciencias de la Educación y a representantes de disciplinas afines.

A este grupo, que disponía de un presupuesto autónomo, le han sido confiadas tres misiones específicas:

- a) Coordinación de las actividades de la comisión.
- b) Información acerca de todos los problemas referentes a la enseñanza de las Ciencias físicas y técnicas.
- c) Concepción y experimentación de temas de iniciación científica en las clases de 4.º y 3.º.

Se había previsto el funcionamiento de un trabajo en comisión, en paralelo, para la puesta a punto de los programas del segundo ciclo.

II.3. Los objetivos generales:

Desde el principio la comisión se dedicó a definir las finalidades de la enseñanza de las Ciencias Físicas y de la Tecnología como iniciación a las Ciencias y Técnicas:

- a) Se trata de un elemento fundamental de la formación de todos los alumnos del ciclo secundario.
 - No debe, por tanto, concebirse como una enseñanza de especialistas, pero sí destinado a la formación general de los alumnos.
 - Esta enseñanza debe ser dada en todos los estadios de la enseñanza secundaria: de la 6.ª a la Terminal, sin solución de continuidad. Ha de ser concebido en función de los que salen al fin de un ciclo y no para los que continúan.
- b) Debe apoyarse sobre experiencias realizadas por el alumno que tengan una relación estrecha.
- c) No debe estar separada de la realidad, sino apoyarse sobre realizaciones técnicas que rodean al niño. En particular en el primer ciclo, no debe existir un corte entre Ciencias Físicas y Tecnología.

Estos objetivos, así como una planificación para 10 años de una reforma en profundidad de la enseñanza (centros permanentes de investigación, material, locales, personales) han sido expuestos en un informe entregado en 1973 al ministro de Educación Nacional. El trabajo puede ser separado en dos áreas:

Para el primer ciclo: Una experimentación que utilice las horas de tecnología en 4.º y 3.º. Esta experimentación que no tenía una aplicación generalizada a corto plazo, fue concebida como una búsqueda fundamental de un nuevo tipo de enseñanza y de una metodología de generalización de la reforma. La experimentación ha sido seguida de otra en 6.º y 5.º antes de la discusión de los nuevos programas.

Para el segundo ciclo: La puesta a punto de nuevos programas concebidos para integrarse en un proyecto general de reestructuración del 2.º ciclo. Unos grupos de reflexión nacidos directamente de la comisión han realizado este trabajo.

II.4. Primer ciclo: Metodología de la experimentación

La enseñanza es impartida bajo forma de unidades pedagógicas llamadas módulos, que son preparados por equipos mixtos Superior-Secundaria.

Después de una preexperimentación por parte de estos equipos sobre un pequeño número de alumnos, se realiza la experimentación por 20 profesores (o sea, aproximadamente 40 clases).

En su parte académica, la coordinación de la experiencia y la formación de los profesores están a cargo de un profesor de Enseñanza Superior.

La coordinación con la enseñanza secundaria la realizan el Instituto Nacional de Investigaciones Pedagógicas, los centros locales de investigación y de documentación pedagógica y los cuerpos de inspección.

Esta coordinación académica permite establecer las bases de estructuras descentralizadas que dan paso a una investigación y a una implantación progresiva, a modo de «mancha de aceite», para mejor motivación y formación de los maestros.

La formación de los profesores está asegurada por un curso inicial (una semana) un balance al final del primer año, y otro al final del segundo año.

Método pedagógico

Es indispensable motivar a los alumnos a partir de temas que deben estar ligados a la práctica, así como asociar estrechamente Ciencia y Tecnología.

Con cada tema va unido un material pedagógico compuesto de material práctico y documentos. Estos deben ser suficientemente precisos para poder contener todos los elementos necesarios para la enseñanza y suficientemente flexibles para permitir al profesor la elección entre varios métodos pedagógicos y diversas orientaciones conceptuales.

Los resultados de cada módulo son evaluados mediante los «diarios de a bordo» de los profesores, mediante seminarios que puedan ser examinados rigurosamente y durante los cursillos de balance final.

En el desarrollo de los distintos módulos deben favorecerse las relaciones interdisciplinarias.

La duración de la enseñanza para cada módulo es del orden de un trimestre (hasta un semestre) con dos horas por semana.

Los temas experimentados

Siete temas (Química, Astronomía, Electrónica, Polímeros, Automatismos, Fotografía, Técnica de Fabricación) han sido los experimentados en los cursos de 4.º y 3.º.

Resultados:

Los temas han sido experimentados durante 4 ó 5 años. Lo cierto es que el entusiasmo de los maestros no ha decaído y que los alumnos aprecian mucho más este tipo de enseñanza, donde manipulan y trabajan sobre temas concretos y «serios».

La adquisición de una habilidad experimental es indiscutible. Lo que resulta más difícil es probar la retención de los conocimientos, pues habría que seguir a los alumnos durante varios años para comprobar la permanencia de las nociones adquiridas. Se ha revelado como elemento muy positivo, la disminución de los efectos del ambiente socio-cultural del niño, por el hecho de la integración de los aspectos concretos de la tecnología y del lado modelador de las Ciencias Físicas.

Del mismo modo, pero más superficialmente y con una duración más corta (2 ó 3 años) se han desarrollado dos experimentos en 6.º y 5.º.

- *El primero*, organizado por el grupo de trabajo, utilizaba el sistema de los módulos (6 semanas a 1 hora y media por semana): Química 1 y Química 2, Circuitos eléctricos, Meteorología, Tecnología de la vivienda, Materiales estadísticos y medidas.
- *El segundo*, organizado en Grenoble por un grupo independiente (enseñanza Científica Experimental E.S.E. (2), que probaba, sobre todo, las posibilidades de interdisciplinariedad).

II.5. Segundo ciclo: Experimentación

Los nuevos programas propuestos por la Comisión, se distinguen de los anteriores por varios elementos originales:

- a) La enseñanza se hace, en gran parte, bajo forma de trabajos prácticos (cursos T.P.), menos en segundo y primero.
- b) Supresión casi total de las monografías en química e introducción de la física nuclear.
- c) Integración en segundo de nociones sobre propiedades físicas de la materia.
- d) Los programas se dan como contenidos mínimos, pero el profesor tiene libertad para el desarrollo de su curso y de su método pedagógico.

Se ha puesto a punto una experimentación, a partir de 1972, en siete liceos experimentales y posteriormente, en 1973, en una academia. El primer bachillerato experimental tuvo lugar en 1975.

II.6. Puesta a punto de los programas

Como consecuencia de estas experimentaciones, fueron hechas unas propuestas al Ministerio y se prepararon los programas definitivos por grupos mixtos compuestos por miembros de la Comisión y por Inspectores.

En el segundo ciclo, las propuestas sufrieron pocas modificaciones antes de su aplicación. Por el contrario, en el primer ciclo, si bien se han mantenido los objetivos propuestos, los programas propiamente dichos han ido sensiblemente modificados.

Los principales acontecimientos de este período han sido recogidos en un número especial del «Bulletin de l'Union de Physiciens» (3), perteneciente a la Asociación de los profesores de física y química de segundo grado, por la Société Chimique de Francia y por la Société Française de Physique.

III. LA SITUACION ACTUAL

III.1. En los collèges

En las tres horas de ciencias experimentales, se reserva una hora y media por semana a la física y la química para cada clase. El cálculo de estos horarios está hecho para clases de 24 alumnos.

Los programas, en su sentido más estricto, se encuentran en los textos oficiales junto a un prólogo y unos comentarios que exponen los objetivos de la enseñanza. Los objetivos más detallados definidos por la Comisión Lagarrigue han aparecido en publicaciones semi-oficiales.

III.1. a) *Objetivos y comentarios generales:*

Objetivos oficiales.—Doy en extracto algunas frases que me parecen claves:

«La formación secundaria deberá iniciar, con el nivel más alto posible, a *todos* los alumnos, de una manera progresiva y continuada, en el saber científico, en las realizaciones técnicas y en las investigaciones contemporáneas...»

«Esta formación se cumplirá sobre todo, mediante una iniciación a la actitud experimental...»

«La enseñanza partirá siempre de situaciones o fenómenos tomados del ambiente inmediato de los alumnos... la actitud experimental permite escoger, no a partir de axiomas, sino de la realidad misma...»

«Contribuye por otra parte al desarrollo de los medios de expresión... Favorece la toma de conciencia racional sobre la responsabilidad individual y colectiva del hombre frente a ciertos grandes problemas del mundo contemporáneo...»

«La enseñanza de las ciencias de segundo grado no tiene como meta formar especialitas... debe...»

«Permitirá a cada alumno conocer sus gustos, descubrir sus aptitudes con el fin de preparar las elecciones que deberá hacer al final de su escolaridad.»

Objetivos de la Comisión:

1.º Objetivos de metodología:

- La observación.
- La búsqueda de informaciones.
- La formulación de hipótesis.
- El control de variables.
- La búsqueda de los dispositivos que permitan resolver un problema ya formulado.
- La experimentación con el fin de comprobar una hipótesis.
- La clasificación.
- La evaluación y la medida.
- Las definiciones operativas para los nuevos conceptos (así un valor, como por ejemplo, la corriente eléctrica, se define cuando se sabe lo que indica su existencia y cómo puede medirse).
- La presentación de los resultados y su comunicación (cuadros de datos, gráficos, descripción oral o escrita).
- La interpretación de los resultados.

Algunos de estos objetivos rebasan evidentemente con mucho el simple ámbito de las ciencias físicas y contribuyen al desarrollo de la inteligencia, de la actividad y de la creatividad en el niño.

2.º Objetivos de actitud:

Además de los objetivos de actitud generales (tales como cooperación, trabajo en grupo, cuidado y organización, etc.) el profesor de ciencias físicas vigilará el desarrollo en el niño de la curiosidad y la creatividad, el sentido de la seguridad y la búsqueda de la objetividad. Estimulará una actitud de análisis y de control. Podrá demostrar la acción de las leyes de la naturaleza en los fenómenos circundantes, terrestres y astronómicos.

3.º Objetivos de habilidad:

Comprenderán:

- Varias técnicas de investigación (separación, calefacción, etc.).
- Montaje, desmontaje, representación y esquematización de dispositivos experimentales y de aparatos técnicos sencillos.
- Empleo de instrumentos de medida y registro de resultados.

Convendrá utilizar de una manera general aparatos y objetos de uso corriente, antes que un material concebido únicamente con fines didácticos.

4.º Objetivos de conocimientos:

Constituyen la redacción del programa.

III.1. b) Programas:

El programa tiene una primera fase con el contenido fundamental de la enseñanza que permite el acceso a la clase siguiente. Los objetivos de este contenido deben ser alcanzados por la gran mayoría de los alumnos. Comprende además un primer acercamiento de conocimientos y habilidad que serán examinados de nuevo y determinados más adelante.

III.1. b) 1 Clase de 6.º

— Propiedades físicas de la materia:

1. Forma y volumen. Sólidos, líquidos y gases.
2. Masa.
3. Transformaciones físicas.
4. Temperatura.
5. Estudio tecnológico de aparatos de medida de masa.

— Circuito eléctrico:

1. Bombilla eléctrica.
2. Circuito y corriente eléctrica.
3. Montajes serie y paralelo. Corto-circuito.
4. Estudio práctico de circuitos.

— Combustiones:

1. Estudio experimental (material de laboratorio, productos de combustión, combustiones en la vida corriente, peligros).
2. Utilización de combustibles gaseosos.

III.1. b) 2 Clase de 5.º

— Propiedades físicas de la materia:

1. Dilataciones.
2. Densidades.
3. Densidades relativas.
4. Estudio experimental de la propagación del calor y del aislamiento térmico.

— Electromagnetismo:

1. Imanes y electro-imanés.
2. Nociones elementales sobre los motores eléctricos.
3. Generadores electro-magnéticos.

— Reacciones químicas:

1. Nociones de elemento químico.
2. Las cerillas (combustión y explosiones en ausencia de oxígeno).
3. Utilización de los combustibles sólidos y líquidos.

III.1. b) 3 Clase de 4.º

- Óptica:
 - Fuente y receptor de luz.
 - Propagación de la luz.
 - Imágenes.
 - Análisis de la luz. Nociones de Astrofísica.
- Electricidad:
 - 1. Intensidad de la corriente.
 - 2. Tensión entre dos puntos.
 - 3. Corriente alterna.
 - 4. Consumo de energía eléctrica.
- Los metales:
 - 1. Metales y aleaciones de la vida cotidiana.
 - 2. Estructura atómica de los metales.
 - 3. Iones metálicos (pilas).

III.1. b) 4 Clase de 3.º

- Mecánica:
 - Acciones mecánicas - fuerzas.
 - Peso y masa.
 - Transmisión de movimiento.
- Energía:
 - Trabajo y potencias mecánicas.
 - Algunos ejemplos de transferencias de energía (cadenas energéticas).
- Química: (Introducción de las fórmulas químicas y de las ecuaciones).
 - Cuerpos moleculares.
 - Reacciones entre sólidos.
 - Reacciones con productos de uso corriente —noción de pH— análisis de iones.
 - Plásticos.

OBSERVACION IMPORTANTE

Hay que tener en cuenta que los comentarios, los objetivos y los programas, introducen una profunda modificación en el espíritu de la enseñanza de las ciencias físicas en Francia. Este espíritu rompe con la tradición de una enseñanza cartesiana, muy estructurada. Plantea como principios fundamentales la necesidad de experimentación por parte de los alumnos y la posibilidad de enseñar a un nivel elemental unas nociones reputadas como difíciles (electromagnetismo, por ejemplo). Finalmente, integra temas relacionados con la industria (metales, materias plásticas). Se

observa también en los programas un cierto equilibrio entre los conocimientos científicos básicos y su aplicación a la vida corriente (aparatos domésticos, materiales usuales, etc.).

III.2. En los liceos:

Recordemos que, excepto en las clases técnicas, el segundo curso es común a todos los alumnos. La clase de primero comprende tres opciones y la terminal cuatro opciones.

III.2. a) *Observaciones generales*

Las clases en los liceos corresponden a una enseñanza, bien determinada de antemano, para los alumnos que ya han pasado por una selección; los objetivos, tanto los oficiales como los propuestos por la Comisión Lagarrigue, son mucho menos específicos. Los objetivos de conocimiento constituyen el programa propiamente dicho. Los comentarios oficiales aportan aclaraciones y algunas escasas orientaciones pedagógicas.

Los objetivos explícitos son muy semejantes a los que han sido definidos para los collèges.

III.2. b) *Segundo*

Esta clase está concebida como clase de orientación. Todos los alumnos reciben la misma enseñanza de base en ciencias físicas. Los alumnos inscritos en las opciones tecnológicas tienen, además, unas enseñanzas complementarias. Existen tres horas y media de enseñanza, de las que una hora y media, es de trabajos prácticos —T.P.— (menor número de alumnos), pero se recomienda muy insistentemente asegurar la enseñanza mediante una estrecha unión con el curso T.P.

FISICA

- Mecánica:
 - El movimiento.
 - Centro de gravedad y masa inercial.
 - Cantidad de movimiento.
 - Fuerza. Aspectos dinámicos y estáticos.
- Electrocínética y electrónica experimental:
 - Intensidad y Tensión.
 - Dipolo.
 - Realización de un montaje electrónico.

QUIMICA

- La materia y sus transformaciones. Atomo, molécula, enlaces.
- Transformaciones químicas y transformaciones físicas.

- El Mol.
- La materia en estado gaseoso.
- Los iones y las soluciones acuosas iónicas.

III.2. c) Primeros

Primero A y B:

Una hora y media por semana, bajo forma de trabajos prácticos referidos a una serie de temas aconsejados, de los cuales se puede extraer algunos ejemplos: Automóvil, radioactividad y energía nuclear, instrumentos de música, radiodifusión, televisión, radar, siderurgia, abonos, petróleo y petroquímica...

Primero S:

Cinco horas por semana, de las cuales una hora y media son de T.P.

FISICA - *Energía y campos*

- Energía mecánica.
- Campo electrostático.
- Conservación de la energía y energía eléctrica.
- Fuentes de energía utilizables.

Fenómenos vibratorios y propagación

- Propagación de una señal: Onda progresiva.
- Ondas luminosas.

QUIMICA - *Química orgánica*

Recursos orgánicos naturales.

- Cadena de alcano —sustitución por el cloro— combustión.
- Cambios en la cadena de carbono.
- Compuestos aromáticos.
- Compuesto con 1 ó 2 átomos de oxígeno.

Reacciones de óxido-reducción

- En solución acuosa.
- Generalización.

Química mineral

A elección, uno de los tres temas siguientes: Metalurgia, Transformación de azufre a ácido sulfúrico, Los abonos.

III.2. d) Cursos Terminales

A y B:

Solamente una enseñanza opcional por temas.

C:

FISICA

- *Mecánica*: Movimientos, interacción gravitatoria.
- *Electromagnetismo*: El campo electrostático, el campo magnético, Inducción electromagnética.
- *Vibraciones y propagación*: Osciladores, Ondas sinusoidales.
- *Física atómica y nuclear*: Partículas de gran energía, Efecto fotoeléctrico, Niveles de energía del átomo, Núcleo, Reacciones nucleares, Dualidad onda-partícula.

Física nuclear

QUIMICA - *Acido y bases*:

- Equilibrio iónico del agua.
- Pares ácido-base.
- Reacciones ácido-base.

Cinética química:

- Velocidad de formación de un compuesto.
- Factores cinéticos.
- Mecanismos de las reacciones.

Química orgánica:

- Alcoholes (clases, preparación, oxidación, polialcoholes).
- Ácidos carboxílicos (grupo funcional, transformación de las funciones derivadas, estudio de la esterificación, aminoácidos, cadena polipeptídica).

Terminal D:

FISICA: Son los mismos títulos que para las clases C y E, pero aligerados de ciertos temas muy teóricos (por ejemplo, el campo electrostático queda suprimido).

QUIMICA: El mismo programa que en C y E con un capítulo complementario sobre *Química biológica* centrado en la estereoquímica.

III.3. Comentarios:

Independientemente de la puesta al día de los conocimientos (por ejemplo la introducción de un capítulo importante sobre la física atómica y nuclear) estos programas traen dos novedades importantes:

a) La importancia dada al trabajo experimental del alumno:

En segundo, por ejemplo, se ha puesto a punto un material sobre cojín de aire para realizar experiencias de mecánica, numerosas y variadas y se ha introducido la electrocinética electrónica y experimental que permite numerosas manipulaciones. Finalmente, se ha hecho un trabajo importante para conseguir experiencias en T.P. sobre la física atómica y nuclear. Se han sacado, especialmente para los liceos, unas fotos de cámara de burbujas con el fin de permitir a los alumnos un trabajo preciso sobre las trayectorias de partículas.

b) Una revalorización de la química (40% de media del horario total) y un aumento del coeficiente en el bachillerato.

Paralelamente, los exámenes del bachillerato han sido netamente diversificados, permitiendo apartarse de los antiguos problemas fuertemente matematizados.

IV. COMENTARIOS Y DISCUSIÓN

— Consecuencias de la reforma

Junto a las modificaciones indicadas en el párrafo anterior y enlazadas directamente con la aplicación de la reforma, se han producido un cierto número de consecuencias sumamente importantes, debidas a la metodología empleada, las cuales han modificado profundamente el clima de la enseñanza de las ciencias físicas en Francia.

1.^a *Desarrollo de los contactos entre la Enseñanza Secundaria y la Enseñanza Superior.*—Estos contactos eran prácticamente nulos en 1971; la separación de los Ministerios de Educación y de Enseñanza Superior había aumentado todavía más con las dificultades administrativas de intercambio. El trabajo en común realizado en el seno de la Comisión Lagarrigue ha desarrollado de manera totalmente espectacular las relaciones entre los dos tipos de enseñanza, permitiendo una toma de conciencia de los problemas del segundo grado por los profesores del superior y suprimiendo los complejos de los profesores del segundo grado respecto a sus colegas de la enseñanza superior.

Se han producido un fenómeno irreversible que me parece fundamental para el futuro. Ahora se puede trabajar codo a codo y no enfrentados.

2.^a *Desarrollo de las investigaciones didácticas.*—Francia ha desarrollado desde hace mucho tiempo investigaciones pedagógicas centradas en las Ciencias de la Educación. Filósofos como Bahelard o pedagogos como Freinet, han gozado de fama internacional. Sin embargo, estas investigaciones han quedado generalmente en el estado laboratorio y han tenido muy poca «garrá» sobre las disciplinas y sobre las aplicaciones reales. Aunque la reforma de las matemáticas había puesto en su lugar a institutos de investigación sobre la enseñanza de las matemáticas (I.R.E.M.), éstos eran más bien institutos de formación que institutos de investigación; de todas formas comenzaron a formarse los primeros equipos.

El montaje de la metodología de la experimentación, realizado por el grupo de trabajo, iba a constituir una base sólida sobre la cual los equipos de investigación podrían situarse y desarrollarse. En la actualidad, se realizan tesis de didáctica de las Ciencias Físicas, existen varios equipos de investigación, uno de los cuales asociado al C.N.R.S. procede directamente del Grupo de Trabajo de la Comisión. Se han creado varios D.E.A.

Aquí también se ha producido un fenómeno irreversible que parece fundamental, ya que toda reforma que no esté mantenida por una investigación, quedará muy insuficiente. Estas investigaciones que han de desembocar en innovaciones y experiencias, deben estar realizadas por investigadores, profesores de todos los órdenes y especialistas de ciencia de la educación.

Uno de los resultados de este trabajo ha sido el congreso internacional sobre enseñanza de la química que se celebró en 1983 en Montpellier.

3.^a *Necesidad de una formación permanente del profesorado.*—Las modificaciones muy profundas e importantes traídas por esta reforma, han evidenciado la necesidad de una formación de los profesores. Ante la amplitud de la tarea, han tenido que utilizarse paliativos, no siempre satisfactorios.

Se ha podido apreciar que las modificaciones deberían ser progresivas, precedidas por una formación de los profesores. Esta formación habría de ser continua, para de este modo evitar cambios que pudieran perturbar demasiado brutalmente el sistema.

4.^a *Trabajo sobre el material experimental.*—En Francia había muy pocas ideas sobre el material experimental, acerca de su naturaleza (por ejemplo, utilización de material standard o de material adaptado), fiabilidad, costos, etc... Aquí también tuvo lugar una toma de conciencia, vinculada a la afirmación del papel primordial que tiene la experimentación realizada por los alumnos. Falta aún mucho para que el programa esté resuelto, pero éste es un sector donde la presión de los profesores, por primera vez, es muy fuerte.

— Éxitos y dificultades

El mayor éxito alcanzado es seguramente el cambio de mentalidad que he descrito en el párrafo anterior. Hay que añadir una mejor adaptación a la ciencia de hoy y, al menos para el primer ciclo, una mejor relación entre la escuela y la vida.

En el segundo ciclo, el sistema es claramente menos abierto, quedando cerrado en el Bachillerato.

Un primer problema es la formación de los profesores. Han aparecido muchas dificultades debido a una aplicación de la reforma sin formación previa suficiente. No hay que eludir las dificultades, reciclar a todos los profesores de Ciencias Físicas es una tarea enorme. Por otra parte, otras disciplinas están también necesitadas de una reforma. Las soluciones ac-

tuales deben ser de compromiso, pero es preferible disminuir la marcha en la aplicación antes que ir demasiado deprisa. En el futuro, habrá que pensar en un menor esfuerzo, pero continuado.

Volumen de los programas: Con los horarios fijados y la cantidad de alumnos por clase, parece ser que el volumen de los programas, sobre todo en el primer ciclo, sería demasiado elevado. Aquí también aparecen problemas fundamentales de política general. Todo el mundo está de acuerdo en reconocer que en la formación es necesario un equilibrio entre abstracto-concreto, formación literaria y científica, etc..., pero no se tienen investigaciones ni datos específicos para indicar cómo ha de traducirse este punto. En ausencia de tales datos me parece importante una discusión entre las disciplinas que permita llegar a un consenso *antes* de cualquier determinación de programas.

Dificultades materiales: Toda enseñanza experimental necesita un mínimo de medios en material, en equipamiento. La Comisión Lagarrigue había valorado el costo de la reforma (3) con formación de los profesores, material, desarrollo de la investigación, etc., avisando que la realización de una carga tal era imposible en un año y había propuesto implantarla en unos 10 años (esta hipótesis no ha sido retenida).

En la actualidad, la falta de material resulta sumamente grave y desvirtúa por completo los objetivos fijados primitivamente.

— Proyectos actuales

Desde 1981, el problema de una reforma general del sistema está en la orden del día. Varias comisiones han llevado a cabo acuerdos con los organismos interesados o con diversas personalidades.

Los temas abordados han sido:

- La formación de los profesores. (Comisión Peretti)
- Los colegios (Comisión Legrand)
- Los liceos (Comisión Prost).
- Educación y socialización del niño (Comisión Carraz).

Los informes correspondientes han sido publicados.

En la actualidad se forman comisiones verticales (por disciplina) y horizontales (por nivel de estudios) con el fin de definir las orientaciones de una reforma general del sistema educativo.

V. CONCLUSION

La reforma de las ciencias físicas, al igual que todas las obras humanas, es imperfecta. Los que la han concebido han idealizado probablemente el problema, queriendo hacerlo lo mejor posible. Sin embargo, por haberla vivido desde el principio, estimo que es un momento importante para el futuro. Existen elementos irreversibles: la introducción precoz de las cien-

cias experimentales, una enseñanza experimental centrada en el alumno. Se han establecido nuevas relaciones entre las partes interesadas. Han nacido equipos de investigación, se han introducido innovaciones. Desgraciadamente, en estos tiempos de crisis todas las cosas son difíciles y los medios escasean. Tratamos, a pesar de todo, de mejorarla ya que, como dijo uno de nuestros poetas del siglo XVII: «Poned cien veces de nuevo vuestra labor sobre el bastidor. Sacadle brillo sin tregua, y volverla a pulir».

Bibliografía

- (1) Los contenidos de estos módulos, documentos de alumnos y profesores, así como un análisis de los cursos de formación, pueden ser obtenidos en:
LIRESPPT Université Paris VII. Tour 23 - 5ème étage couloir 23 - 13, 2 place Jussieu
75221 Paris cedex 05.
- (2) Los contenidos y resultados de estas experiencias han sido editados: «L'expérience ESE»,
CEDIC, 1978.
- (3) Bulletin de l'Union des Physiciens n.º 597 (1977).

Estructura del sistema educativo de FRANCIA

EDAD	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
GRADO	I										II							III			IV			
CICLO	MATERNAL			1	2	3			4	5	6	7												
	PRE OBLIGATORIA			OBLIGATORIA										POST OBLIGATORIA										
											COLEGIOS DE ENSEÑANZA SECUNDARIA GENERAL			TECNICOS		LICEOS								
																		UNIVERSIDAD						
																		ESCUELAS SUPERIORES						

(Ref.: La educación en España y en la Comunidad Económica Europea. Estudios de educación. M.E.C.)

La enseñanza de las ciencias desde la perspectiva del que aprende

Juan DEL VAL
Universidad Autónoma de Madrid

Ponencia presentada en el Simposio sobre la Nueva Enseñanza de las Ciencias Experimentales, celebrado en Madrid, entre los días 27 y 30 de marzo de 1984, organizado por la Subdirección General de Perfeccionamiento del Profesorado del Ministerio de Educación y Ciencia.

La tesis que voy a tratar de defender en este trabajo es que la ciencia se enseña al niño desde la perspectiva del adulto y que ésa no es la perspectiva adecuada cuando estamos enseñando a sujetos que están completando su desarrollo psicológico, a sujetos que están en un período de formación.

Que la ciencia se enseña desde la perspectiva del adulto parece bastante evidente. En efecto, si analizamos los contenidos escolares en los distintos niveles, desde los primeros cursos de la enseñanza básica hasta la universidad, nos encontraremos que esos contenidos difieren en cantidad y difieren en la terminología que se emplea, pero no se diferencian en la organización del material que se trata de transmitir.

El no considerar la perspectiva del alumno que aprende no es irrelevante, sino que tiene una enorme importancia y, en mi opinión, es una de las causas por las cuales la enseñanza de las ciencias que hoy se proporciona es completamente insuficiente. Creo que esa insuficiencia se manifiesta en varias cosas que podríamos resumir en los siguientes puntos.

Insuficiencia de la enseñanza actual

a) Por una parte, los alumnos *no aprenden los conceptos fundamentales* de las ciencias. Tras muchos años de enseñanza básica y enseñanza media terminan sin haber comprendido claramente conceptos tan fundamentales como peso, masa, atracción gravitatoria, valencia, cantidad de movimiento, intensidad de corriente, etc. Únicamente aprenden a defenderse en los exámenes y a responder rutinariamente a preguntas que se les formulan en esa situación, pero no han entendido ni el valor explicativo de los conceptos científicos, ni su papel dentro de la arquitectura de la

ciencia, ni su aplicación para explicar problemas concretos formulados en términos distintos de los que se le presentan en la escuela.

b) Otra de las manifestaciones de la insuficiencia es que los alumnos *no son capaces de explicar fenómenos cotidianos*, explicar los fenómenos del mundo que les rodea, cómo se produce el arco iris, cuál es el origen de los vientos, cómo llega el calor del sol a la tierra, por qué nos mantenemos adheridos a la superficie de nuestro planeta y no nos caemos, no salimos lanzados hacia el espacio, etc. Cuando pedimos explicaciones a los alumnos sobre todas esas cuestiones nos dan respuestas a menudo disparatadas.

c) *No entienden el funcionamiento de las máquinas*, a pesar de que estamos rodeados de máquinas por todas partes y de que son un elemento esencial en nuestra vida, hasta el punto de que si no dispusiéramos de ellas posiblemente pereceríamos. Sin embargo, cuando preguntamos por el funcionamiento de las máquinas, los alumnos no saben darnos una explicación de los principios científicos que actúan en ellas, aunque los hayan estudiado ampliamente.

d) Y por último, y me parece que esto es muy importante, *ni se divierten ni se interesan* por lo que les estamos enseñando. Yo creo que eso es también un aspecto esencial que hay que tener en cuenta en la educación y es que una enseñanza que podría ser fascinante y estimulante en la que se conjugara la fabricación de aparatos y la explicación del universo se convierte en algo tedioso por su carácter abstracto y por su alejamiento de los problemas cotidianos, porque no se está facilitando una actuación práctica y porque no nos estamos refiriendo en la enseñanza, a problemas que los alumnos tengan planteados.

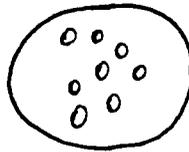
La comprensión de los conceptos científicos en los niños

Como decía, cuando les pedimos a los alumnos que nos expliquen cosas que están estudiando o que nos expliquen fenómenos que están sucediendo todos los días a su alrededor, nos encontramos con ideas enormemente peregrinas. Por ejemplo, en un estudio realizado en el IMIPAE de Barcelona, cuando les preguntaban a los alumnos por la gravedad daban contestaciones que aparentemente se referían de forma correcta a las nociones sobre la gravedad, pero si se seguía interrogando más a fondo explicaban cosas como que la gravedad es el aire que nos aprieta contra la superficie de la tierra. Sin embargo, eran alumnos cuyas primeras explicaciones eran aparentemente correctas y en un examen se hubiera considerado que contestaban bien, pero cuando profundizamos en las explicaciones que dan de los fenómenos nos encontramos con ideas muy inadecuadas.

En una investigación que llevamos a cabo sobre la comprensión de nociones físicas en los escolares, preguntamos a varios cientos de estudiantes de 6.º, 7.º y 8.º de EGB cómo podíamos hacer que una bola de plastilina, que se hunde cuando la echamos en el agua, flotara sin colocarla sobre otra cosa, simplemente cambiándola de forma. Y un porcentaje muy elevado nos contestaba que bastaba con aplastar la bola, con convertirla en

una especie de galleta, para que la bola se sujetara sobre el agua, porque así tenía más sitio donde apoyarse. Es decir, que esos alumnos de 6.º, 7.º y 8.º de EGB no habían construido todavía lo que se denomina la conservación del peso, que supuestamente tenían que haber adquirido, de acuerdo con los estudios de tipo clínico, hacia los 8 ó 9 años.

Llevamos a cabo otro estudio sobre la comprensión de nociones matemáticas por parte de los alumnos. Por ejemplo, les pedíamos a los chicos de los primeros cursos de básica que nos pintaran un conjunto y nos hacían algo así

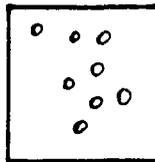


y nos contestaban que eso era un conjunto, ¿un conjunto de qué?, preguntábamos. Un conjunto de bolitas, nos decían. Entonces les decíamos ¿y esto? (las mismas bolitas sin estar dentro de un diagrama).



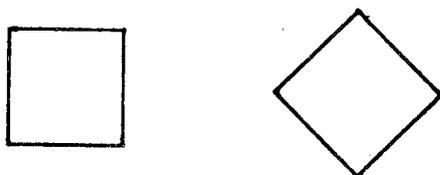
No, eso no es un conjunto, nos contestaban los alumnos. ¿Por qué? Porque les falta la cuerda. Entonces, si le poníamos una cuerda que teníamos encima de la mesa, ya se convertía en un conjunto.

A veces, les preguntábamos si las bolitas dentro de un cuadrado formaban un conjunto



y había algunos que lo negaban; no era un conjunto porque estaba encerrado en una cosa cuadrada en vez de en una cosa más redonda. Aceptaban mejor una forma de huevo, o de elipse, pero de todas formas tenía que ser más bien redondeada. Aquí había, de todas formas, más división de opiniones, había algunos que sostenían que no era un conjunto y había otros que decían que sí. Cuando luego les preguntábamos, por ejemplo, que si los coches que hay en la carretera constituyen un conjunto, había algunos alumnos que nos decían que no, pero en una autopista sí, porque las autopistas tienen valla y eso constituía un conjunto, pero que si no había valla, en una carretera normal, no habría un conjunto.

Preguntamos igualmente por ciertas figuras geométricas. Les presentábamos un cuadrado de cartón apoyado sobre uno de sus lados y no tenían dificultad alguna para reconocerlo; a continuación colocábamos el cuadrado sobre uno de sus vértices, el mismo cuadrado sin modificarlo, pero ahora nos decían que ya no era un cuadrado. Les preguntábamos, ¿cómo sabes que esto es un cuadrado? Porque tiene cuatro puntas, contestaba generalmente el chico. Y les decíamos, aquí tiene también cuatro puntas. Y lo aceptaban, pero añadían que cuando está puesto así ya no es un cuadrado.



Cuando les preguntábamos por otras figuras geométricas, por ejemplo, triángulos, si nosotros les presentábamos un triángulo así, de esta forma,



todos nos decían que esto era un triángulo y también lo reconocían porque tenía tres puntas. Cuando les presentábamos un triángulo así, por ejemplo,



nos decían que esto ya no era un triángulo porque era muy raro, tenía tres puntas también, pero no eran las puntas que ellos estaban acostumbrados a ver en el libro de texto.

Todo esto se podría tomar como anécdotas, pero no creo que sea un problema de que los profesores estén enseñando mal ni tampoco de que los alumnos sean tontos, sino de que hay ciertas dificultades para la comprensión de nociones abstractas, de nociones que nosotros presentamos como abstractas y que los sujetos construyen inicialmente como nociones de tipo concreto, es decir, un triángulo tiene que ser un triángulo estándar y tiene que estar en determinada posición; a un cuadrado le pasa exactamente lo mismo y en un conjunto lo que más se tiene en cuenta es la configuración que ellos están acostumbrados a ver en el libro de texto. En realidad, no están acostumbrados a trabajar con conjuntos, sino que se limitan a ver conjuntos pintados en un libro de texto, entonces es un

aspecto perceptivo, es un aspecto exterior, es un aspecto que podemos considerar como anecdótico, lo que se convierte en lo esencial de ese concepto para el niño.

Las nociones científicas espontáneas

Cuando vamos a enseñar tenemos que tener en cuenta esas ideas que tienen los niños y no podemos estar enseñando a los alumnos como si no tuvieran ideas sobre las cuestiones que nosotros les estamos enseñando, sino que tenemos que partir de las preconcepciones, de las *ideas espontáneas* que tiene el niño para que nuestra enseñanza sea eficaz. Por ejemplo, supongamos que intentamos enseñarles óptica y estamos introduciéndoles en las primeras nociones sobre la naturaleza de la luz. Implícitamente suponemos que las ideas que tiene el alumno sobre la luz son exactamente las nuestras, o que no tiene ninguna idea y que todo lo que tenemos que hacer es colocar en su cabeza la estructura de esa parte de la física que se llama la óptica y hacer que el alumno lo aprenda.

Pero resulta que si nosotros interrogamos a los alumnos acerca de cuáles son sus ideas acerca de la naturaleza de la luz, de la transmisión de la luz, o de los fenómenos de la visión, nos encontramos con que para los más jóvenes la fuente de luz, el objeto y la visión del objeto por parte del observador son cosas completamente desconectadas unas de otras, como han mostrado Thiberghien y Guesde y hemos encontrado también nosotros. En una primera etapa, la fuente de luz, el objeto y el ojo, son elementos que el alumno no relaciona, no establece conexión entre ellos. Posteriormente, los alumnos admiten que la fuente de luz ilumina el objeto y que nosotros estamos por otro lado sin tener mucha relación con eso, todavía no son capaces de establecer una conexión entre nuestra visión del objeto y la iluminación de ese objeto. Posteriormente, los chicos admiten que el objeto está iluminado por una fuente de luz, por la bombilla, por ejemplo, o por la luz del sol, y que el ojo es el que lanza algo que recoge la imagen del objeto, es una teoría que recuerda a las ideas que tenían los griegos. Es decir, a los alumnos les resulta difícil admitir que un objeto, esta jarra que está sobre la mesa, refleje alguna luz. Piensan que el tubo de neón emite luz, pero que no llega muy lejos. Cuando encendemos una cerilla da luz hasta una cierta distancia, quizá hasta un metro o dos pero más no. Si estamos situados a diez metros, es el ojo el que está haciendo algo para formar una imagen de esa cerilla y no recogiendo la luz que emite. Y finalmente, los alumnos admiten, pero ya hacia los 13 o 14 años, que hay una fuente de luz que está iluminando un objeto y que ese objeto está reflejando parte de la luz que recibe y que esa luz reflejada es la que nos está llegando al ojo y la que permite la formación de una imagen. Estas concepciones de los chicos son muy importantes y si les estamos enseñando, en cualquier nivel que se encuentren, como si entendieran los fenómenos relativos a la luz igual que los entendemos nosotros, lo más probable es que sólo comprendan muy parcialmente lo que nosotros les estamos intentando enseñar y que formen unas ideas bastante inexactas y bastante inadecuadas.

Cambiar la enseñanza de las ciencias

Creo que todo esto nos debe llevar a aceptar que es necesario cambiar el tipo de enseñanza que estamos proporcionando a los alumnos y organizar otro tipo de enseñanza muy distinta, en la cual el trabajo dentro del aula y la relación del alumno con la disciplina, cambien. Creo que ese cambio tiene que ser un cambio general en la escuela, no sólo relativo a la ciencia, sino a todas las materias y a la concepción misma de lo que es la escuela, y tiene que apoyarse en dos pilares: por una parte en la ciencia tal y como la entendemos hoy en día, y por otra parte, en el desarrollo del alumno.

Respecto a la ciencia, es importante intentar que la enseñanza que se proporciona a los alumnos esté penetrada del espíritu de la *ciencia actual* y no por concepciones de la ciencia que imperaban hace 30, 40 ó 100 años. Están muy extendidas en la enseñanza ideas bastante erróneas acerca de lo que es la ciencia, sobre cómo se realiza el trabajo científico. En los últimos 20 años se ha modificado sustancialmente nuestra concepción de la ciencia y de las teorías científicas, sobre todo por los trabajos de tipo historicista, como la línea abierta por Kuhn con su libro *La estructura de las revoluciones científicas*. Así pues, nuestra concepción ha cambiado y se ha pasado de una imagen de la ciencia mucho más logicista y mucho más centrada sobre el contexto de justificación a tener más en cuenta el contexto de descubrimiento, cómo realmente se han producido las nociones científicas, cómo han cambiado, cómo se sustituyen unas teorías por otras; es decir, cómo se produce el cambio de la ciencia y cómo transcurre la vida real de la ciencia al margen de reconstrucciones teóricas. Es necesario que esa concepción más moderna de las teorías científicas y del trabajo científico penetre en la enseñanza y para ello es indispensable cambiar una concepción que está todavía en muchos aspectos basada en ideas muy anteriores al logicismo, en ideas del siglo XIX, en las cuales se da mucha importancia a la inducción y a la observación. Por ejemplo, frecuentemente oímos a profesores o vemos en libros de texto que la observación es esencial y que es el comienzo de todo trabajo científico, cuando precisamente la moderna metodología de la ciencia ha mostrado que cualquier observación sólo es posible si existe previamente una hipótesis desde la cual la observación se está realizando, porque si no nos veríamos obligados a observar conjuntos de hechos infinitos y no terminaríamos nunca esa primera etapa de observación. Es decir, la observación supone tener previamente una hipótesis sobre el fenómeno que estamos considerando, hacer una selección de aquello que queremos observar y entonces tiene que ser una observación que está guiada previamente por una teoría, tenemos que tener presente cuál es la teoría, cuál es la hipótesis que va a guiar nuestro trabajo.

Los métodos tradicionales de enseñanza de las ciencias

Si repasamos los métodos de enseñanza de la ciencia que se han venido practicando, podemos reducirlos, sin forzar demasiado las cosas, a los cuatro siguientes:

a) Por una parte se han utilizado métodos de tipo *verbal*. Esta ha sido la forma de transmisión más frecuente, en la cual un profesor describe algún fenómeno y todo lo más pinta en la pizarra. Posiblemente todavía es el procedimiento dominante en muchos sitios o por lo menos en algunos niveles. Cuando se introdujo la enseñanza de la ciencia fue el procedimiento más practicado.

b) En un determinado momento imperó una concepción que podríamos denominar *lecciones de cosas* y así había muchos libros que presentaban algún fenómeno curioso o se hacía que el chico observara algún fenómeno natural; de este modo la ciencia se convertía en un conjunto de anécdotas, de fenómenos curiosos que llamaban la atención y que servían tanto para el trabajo en el aula como para las conversaciones de salón.

c) Más recientemente se ha insistido en la importancia que tiene la *experimentación* para el trabajo científico y a partir de ahí es cuando se han introducido los laboratorios de ciencia adonde se lleva a los alumnos para que realicen experiencias. Allí hay un material relativamente sofisticado, los alumnos hacen una experiencia y luego se vuelven a su clase, donde se les explica la teoría. Yo creo que el problema de este método es que se produce una cierta desconexión entre la exposición teórica y la experimentación que se está realizando y ésta aparece siempre como una ejemplificación del trabajo teórico. Es decir, que se da la explicación teórica, luego se va al laboratorio y allí se comprueba que lo que se ha explicado es correcto. Este método creo que tiene varios defectos.

El primero de ellos es que contribuye a formar una imagen de la ciencia como algo sublime y que hay que hacer siempre en condiciones muy especiales. Hoy la ciencia se ha convertido en una nueva religión, de tal manera que todo lo que no es científico no es bueno, de tal forma que casi todo lo que se nos presenta a través de la TV, en los anuncios tiene que ser científico o está basado en trabajos científicos: los desodorantes, la pasta de dientes, la forma de los cepillos de dientes, el detergente de la lavadora, todo está basado en la investigación científica.

Pero al mismo tiempo la ciencia es una cosa que está reservada a unos pocos, a los sabios de bata blanca que aparecen recomendándonos un dentrífico, y los demás simplemente somos usuarios de la ciencia. Esa concepción del laboratorio contribuye a reforzar esta imagen, cuando se está estudiando una ciencia abstracta que no se entiende bien, que tiene poca relación con los problemas de cada día y luego se va al laboratorio donde se hacen experiencias complicadas y comprobaciones, pero que no tienen demasiado que ver con los fenómenos de la vida cotidiana.

Hace poco visitaba un laboratorio docente y allí había un grupo de alumnos que estaban determinando la densidad del alcohol etílico. Tenían una botella con una etiqueta que ponía alcohol etílico de 98°, la típica botella de material de laboratorio. En realidad lo que sucedía es que cuando los alumnos llegaban al laboratorio sabían de sobra cuál era la densidad del alcohol etílico porque varias generaciones de alumnos había, pasado por el laboratorio previamente y habían determinado la densidad del alcohol etílico, pero además es un dato que viene en cualquier libro, es

decir, que no hacía falta que determinaran la densidad para ponerlo en la ficha que tenían que rellenar al término del trabajo de laboratorio. Es más, si no les salía lo que tenía que salir corregían el resultado para reflejar el resultado correcto. Para ellos, el alcohol etílico era un líquido extraño, es decir, no establecían relaciones con algún líquido que pudieran tener en su alrededor. Aquello venía en esa botella y la tarea era determinar la densidad de lo que venía en la botella. Además tenían que hacer otras cosas, por ejemplo determinar la densidad de unos bloques de madera: había un bloque que estaba hueco por dentro, pero eso no se veía exteriormente. Los alumnos, antes de llegar al laboratorio, sabían también cuál era el bloque que tenía el agujero y cuál el que no tenía agujero porque habían hecho la experiencia otros muchos alumnos antes de que ellos llegaran.

Frente a todo esto sería más práctico y más útil que los alumnos, antes de entrar al laboratorio, cogieran una piedra a la entrada del colegio y determinaran su densidad o la de algún objeto de su entorno cotidiano con el cual tuvieran más contacto y no esos productos que parecen estar especialmente preparados para estudiar las ciencias. Si nosotros hacemos ciencia con materiales cotidianos es mucho más fácil que los alumnos pierdan ese respeto reverencial que tienen a la ciencia, y que entiendan que la ciencia es algo que no se limita a un laboratorio, sino que se puede hacer con los materiales que tenemos a nuestro alrededor, pues, en efecto, hay una gran cantidad de cosas que se pueden hacer con materiales que tenemos a nuestro alrededor y que se pueden hacer dentro de la misma aula. Por eso me parece que la introducción de simples experimentaciones o de guías de prácticas para la enseñanza de las ciencias es algo insuficiente.

d) Y por último, en los últimos años se ha hablado mucho del método científico, de la enseñanza fundada en el *método científico*. Yo creo que esto tiene aspectos positivos, pero que, tal y como se practica, no siempre es un procedimiento correcto porque a menudo la idea subyacente es que el método científico es algo rígido, que tiene una serie de pasos y que para realizar un trabajo científico lo que hay que hacer es atenerse estrictamente a esos pasos. Luego resulta que cuando nos inclinamos sobre la historia de la ciencia, sobre la historia de los descubrimientos científicos, vemos que frecuentemente los investigadores que han hecho descubrimientos no han seguido esos pasos del método científico, sino que han utilizado formas de trabajo bastante anárquicas, y no siempre las mismas; o que algunos han llegado a conclusiones correctas a partir de supuestos incorrectos y luego han corregido sus puntos de partida. Es decir, que el trabajo del científico es un trabajo que no sigue en absoluto una serie de pasos fijos. Una enseñanza basada en el método científico corre peligro de llevar a la cabeza del alumno el que hay que atenerse a unas pautas rígidas y que hay que ir progresivamente avanzando por pasos que están ya previamente determinados y que los científicos sólo trabajan de esa determinada manera. Yo creo que esa concepción, que he visto reproducida en libros de texto que tienen al principio o al final un capítulo sobre lo que es el método científico, es frecuentemente una caricatura de lo que es en realidad el trabajo del científico.

Frente a todo esto nos podemos plantear qué alternativas hay. Creo que lo que podemos considerar es una enseñanza de la ciencia que se apoye en el desarrollo del alumno, en las etapas por las que está pasando su desarrollo intelectual. Sabemos que en el período de crecimiento el alumno va pasando por una serie de etapas cuyas edades son variables, pero que presentan una sucesión fija. Es decir, que en distintas culturas, en distintos medios, en distintos individuos las etapas del desarrollo por las que se va pasando son las mismas, aunque las edades, como digo, no sean las mismas. Esto es importante que los profesores lo conozcan.

Aquí también caben interpretaciones erróneas y es que los profesores, muchos de los cuales están ya bastante familiarizados con la idea de que los alumnos pasan por una serie de etapas, traten de aplicar esa idea de una manera rígida y digan «este alumno no ha llegado todavía al período de las operaciones formales, luego no le puedo enseñar esta lección». Creo que las cosas son, desgraciadamente para nosotros, mucho más complejas. Dificilmente podemos decir que sea imposible enseñar una determinada cosa a un alumno porque depende de cómo lo enseñemos, depende del planteamiento que se esté haciendo del tipo de trabajo que nosotros estemos proponiendo, del trabajo previo que desarrollemos.

Me parece que es muy importante que los profesores sean sensibles a estas *etapas del desarrollo intelectual* del niño pero no deben tomarlas como algo rígido. No deben usarlas como antes se utilizaban los tests de inteligencia, diciendo «este niño tiene un coeficiente de inteligencia muy alto, es muy listo, le podemos enseñar esto». Mientras que «ese otro tiene un coeficiente de 70 y nunca conseguirá una escolaridad normal, siempre irá retrasado». Esta idea ha sido afortunadamente abandonada aunque aún se mantiene en la cabeza de algunos. Pero desgraciadamente hoy existe el peligro de entender las etapas del desarrollo intelectual de una manera semejante y tratar de clasificar a los alumnos para ver en qué etapas están y así ver qué les podemos enseñar. Yo creo que eso es bastante difícil de hacer, no contamos con medios suficientes para saber en qué etapa está un alumno determinado y de todas formas, aunque dispusiéramos de los medios, el trabajo sería enormemente costoso y no creo que compensara el esfuerzo.

Lo que es mucho más importante es que el profesor sea sensible a las dificultades que el alumno puede encontrar para entender un determinado concepto y entonces no trate de enseñarle directamente la respuesta correcta, sino que se fije sobre todo en las *concepciones erróneas* del alumno. Cuando un alumno se equivoca, y cuando nos encontramos que casi todos los alumnos se equivocan no es porque sean tontos, ni porque el profesor esté enseñando mal, sino porque hay algún tipo de dificultad en el tipo de cosas que nosotros les estamos tratando de transmitir. Entonces tenemos que ser sensibles a esa dificultad, a ese error y partir precisamente de él para que el alumno aprenda. El profesor debe tener en cuenta las ideas espontáneas del alumno y actuar sobre ellas, pero no dando inmediatamente la versión correcta. En relación con el ejemplo de antes, si

a un alumno que ve la fuente de luz, el objeto y el ojo como tres elementos desconectados y le ponemos en el encerado una representación que nosotros consideramos correcta con unas flechitas que van de la fuente de luz al objeto y del objeto al ojo, y esperamos que ya a partir de ahí el alumno lo haya entendido, probablemente lo que sucederá es que cuando nosotros se lo planteemos en el examen el alumno será capaz de repetirnos el gráfico, se lo habrá aprendido de memoria. Pero cuando tenga que explicarlo, o explicar cualquier fenómeno que se produce a su alrededor o tenga que actuar en un problema, lo hará como si fueran elementos aislados y no habrán progresado. Lo que tenemos que hacer, si queremos ver progreso en el alumno, a partir de esa concepción que es insuficiente, es mostrarle por qué es una concepción insuficiente, sin decirle inmediatamente cuál es la buena, y montar diferentes experiencias para que el alumno compruebe si los elementos están aislados o cuáles son las relaciones que guardan entre sí, es decir, hacer cosas tan simples como oscurecer un objeto y ver si el ojo es capaz de iluminarlo, como algunos alumnos piensan, y realizar otras experiencias que contradigan sus ideas.

Por eso es importante conocer cuáles son esas ideas espontáneas que muchas veces ignoramos. Es necesario un trabajo de investigación extenso sobre el pensamiento infantil y las ideas espontáneas. En algunos terrenos sabemos ya algo sobre esas ideas espontáneas, pero es necesario propiciar un trabajo de investigación mucho más amplio. Esta es una tarea urgente.

La ciencia haciéndose

Después, respecto a la ciencia, yo creo que tenemos que ofrecer al alumno una ciencia haciéndose, tratar de proporcionarle la imagen de una *ciencia en construcción* y no construida. La práctica actual es que les transmitimos a los alumnos la ciencia como si fuera algo definitivo, aunque muchos profesores no lo crean y piensen que sí, que efectivamente la ciencia es algo que está en continuo movimiento, que la ciencia está cambiando, que es el resultado del trabajo de los científicos de cada día, pero luego la concepción que se transmite en las escuelas es la de una ciencia estática, de una ciencia con resultados definitivos. Esto se debe en parte al modo de transmisión de la ciencia, cuya verdad se apoya no en el trabajo del alumno y en su experimentación, sino en el respeto al profesor, que es la autoridad que conoce los resultados correctos y que los transmite. El profesor y el libro son los depositarios de esa ciencia que está hecha y que el alumno lo único que tiene que hacer es aprenderla.

Frente a esto tenemos que defender, pues, una concepción de la ciencia en construcción. Para ello tenemos que partir de temas que sean *problemas para el alumno*, no que sean problemas para nosotros. Lo primero es que el alumno sea capaz de detectar un problema en aquello que nosotros le estamos planteando. Cuando nosotros les preguntábamos a los alumnos de 6.º a 8.º de E.G.B. que por qué sale agua cuando abrimos el grifo, había muchos alumnos que se quedaban completamente perplejos ante nuestra pregunta, posiblemente por los años que llevaban en la escuela. Es decir, que les parecía completamente obvio que aquello tenía que suceder de esa

manera y no se planteaban que allí había un problema. Otros alumnos nos decían que salía agua del grifo porque había una máquina que llevaba el agua hasta el grifo. Esa es una concepción también muy extendida, la de que detrás de cada fenómeno hay siempre un aparato, un aparato cuyo funcionamiento no se entiende, pero que es responsable de lo que ocurre. Lo primero que hay que conseguir es, pues, que el alumno se plantee un problema, sólo a partir de ahí es posible que busque por qué está sucediendo así.

Entonces hay que partir de cosas que sean problemas para el alumno y no sólo para el profesor. Desde este punto de vista me parece que es muy importante la *conexión de la ciencia con la tecnología*. Es lamentable que el trabajo que se realiza en la escuela esté completamente alejado de la actividad tecnológica y que incluso, cuando se introduce la tecnología en la escuela, se la llame pretecnología que tiene más que ver con los puros trabajos manuales que con la ciencia. Eso es algo completamente absurdo. La tecnología hay que introducirla en la escuela como un objeto primordial de enseñanza y a partir de ahí plantear problemas científicos. La cantidad de problemas científicos de un proyecto de tipo tecnológico es enorme y no sólo extremadamente motivante para los alumnos, sino muy rico en sugerencias de tipo tecnológico, de tipo científico y de tipo social.

Una ciencia entroncada con la historia y el ambiente

La *historia de la ciencia* es una guía magnífica para el planteamiento de problemas en la escuela. No creo, sin embargo, que haya que enseñar historia de la ciencia a los alumnos. Es el profesor el que tiene que conocer la historia de la ciencia, y el desarrollo histórico de los problemas tiene que penetrar la organización de la enseñanza, pero no aparecer explícitamente. La historia de la ciencia es una guía porque los problemas que se han planteado más tarde en el desarrollo científico son generalmente problemas más complejos que los alumnos van a tener más dificultades para entender. Por ejemplo, es más fácil entender las cuestiones de mecánica que entender las cuestiones de electricidad que efectivamente se han desarrollado más tarde y la mayor parte de los fenómenos eléctricos supone la utilización de aparatos de medida que son complicados de entender y que suponen ya conocer la teoría, es decir, que detrás del amperímetro hay mucha teoría física que el alumno no ve inmediatamente. Por eso creo que es mejor empezar por partes que se han desarrollado primero a lo largo del desarrollo histórico y los errores y las concepciones que se han producido a lo largo de la historia son una guía muy buena para el trabajo dentro del aula. Esto no quiere decir tampoco que el alumno esté reproduciendo el desarrollo histórico paso a paso (ni que la ontogénesis recapitule la filogénesis), en muchos temas hay desajustes y desarrollos diferentes, pero también encontramos muchas veces que esas ideas espontáneas de los chicos están reproduciendo creencias que se han desarrollado a lo largo de la historia del pensamiento científico o del pensamiento precientífico.

Por otro lado, me parece que hay que conectar la enseñanza con los *problemas del ambiente*. Cuando decía antes que hay que partir de cues-

tiones problemáticas me estaba refiriendo también a esta idea, pues las cuestiones problemáticas son frecuentemente fenómenos que se están produciendo en el ambiente del alumno. Si partimos del ambiente y ofrecemos soluciones a los problemas del ambiente, estamos mostrando que la ciencia es algo útil, es una fuerza social y algo que tiene que ver con nuestra vida y con nuestra actividad de todos los días y que no está limitada al trabajo del laboratorio.

El trabajo en el aula

En resumen, tenemos que ofrecer una enseñanza de la ciencia bastante distinta de la que hemos estado practicando hasta ahora. Esto no quiere decir que tengamos que cambiarlo todo o que partir de cero. Por supuesto, la mayor parte de las cosas están inventadas, pero hay que ponerlas en práctica y organizar y estructurar la enseñanza de una manera distinta. Lo que nos debe preocupar es el modo de trabajar, el crear en el aula un modo de trabajar distinto del que se realiza actualmente.

Creo que la enseñanza de la ciencia es preferible hacerla, sobre todo en los primeros niveles y quizá también en el bachillerato, dentro de las aulas. Pero para ello tenemos que conseguir que las aulas sean más espaciales y reúnan mejores condiciones para el trabajo científico. De esta forma podremos hacer el trabajo experimental como una actividad de todos los días, realizada dentro del aula y no en lugares especiales. En todo caso tenemos también que salir fuera del aula, que salir de la escuela para ponernos en contacto con la naturaleza, para ponernos en contacto con las máquinas. Desde esa perspectiva el que los programas escolares sean más o menos completos me parece algo secundario, lo más importante es trabajar de una forma distinta a como se hace ahora, pues unas partes de la disciplina se pueden sustituir por otras. La inquietud de algunos profesores cuando dicen «si trabajamos de esta manera no vamos a poder ver toda la materia», no es algo que deba preocuparnos porque si nosotros enseñamos a trabajar y enseñamos bien una parte de la disciplina estamos haciendo mucho más que pasar rápidamente por toda la ciencia y pretender que los alumnos hayan aprendido la enciclopedia de la ciencia.

Por otra parte, en un tipo de trabajo como el que estamos propugnando, el conocimiento que los alumnos adquieren es mucho más rico y más duradero porque ellos mismos han hecho las cosas y no es necesario pasar año tras año sobre los mismos temas, y estudiar en 5.º un problema, en 6.º volver a hablar de lo mismo, y en 7.º volver a tratarlo y en 1.º de BUP tener que verlo de nuevo. Un planteamiento de tipo experimental, basado fundamentalmente en la actividad del niño, en las contradicciones que el niño plantea, deja una huella mucho más profunda y, en cierto modo, nos permite ir más rápido, aunque en otro sentido también vamos mucho más lento porque tenemos que detenernos mucho más en cada uno de los temas.

El planteamiento que defendemos se aproxima también al de la ciencia integrada, aunque no sé si coincide plenamente con lo que habitualmente

se entiende por ciencia integrada. En efecto, cuando nosotros estamos proponiendo partir de problemas y no de la propia ciencia en su estado de elaboración actual, hemos de tener presente que un problema no pertenece a una disciplina en concreto, sino que generalmente es objeto de estudio por parte de varias disciplinas. Tenemos, por ejemplo, que plantear el problema desde el punto de vista físico, pero eso también va a suscitar cuestiones de tipo químico, matemático, incluso de tipo biológico, histórico, social, psicológico, estético y las tenemos que tratar simultáneamente, no debemos eludir las, lo cual no quiere decir que podamos abordar completamente el problema desde todos los puntos de vista. En definitiva, lo que estamos proponiendo es una enseñanza más próxima al ambiente natural, al aprendizaje natural que el sujeto realiza, en el cual se trata de explicar un problema, sin tener en cuenta si es un problema físico, químico, biológico, etc., cosa que desde su punto de vista es secundario.

Nuestra enseñanza de la ciencia debe estar centrada sobre la *explicación de fenómenos*, y lo principal es conseguir que el alumno sea capaz de explicar, en el nivel que sea, un fenómeno, de dar cuenta de por qué se transmite el calor, por qué vemos los objetos cuando los estamos mirando o por qué crecen los seres vivos. Explicar ese tipo de cuestiones debe ser el objetivo de la enseñanza de la ciencia y sólo posteriormente tenemos que preocuparnos por enseñar la estructura que esa ciencia tiene en los libros de tipo universitario.

Las etapas de la enseñanza

Esto supone que hay varias etapas en la enseñanza de la ciencia y que no todas son exactamente iguales. Yo me atrevería a proponer tres etapas en la enseñanza de la ciencia:

Una primera, que podría durar hasta los 11 años, en la cual de lo que se trata es de que el chico experimente, observe regularidades, descubra las propiedades de los cuerpos, el comportamiento de la naturaleza, que descubra las propiedades más evidentes de las cosas.

Una segunda etapa, hasta los 14 años, en la cual puede estudiar más sistemáticamente todas esas propiedades, dándoles un tratamiento cuantitativo, es decir, midiendo y haciendo conjeturas sobre los fenómenos y sobre por qué se producen de esa manera.

Y una tercera etapa, quizá a partir de los 15 años, en la cual nosotros tratamos de transmitirle ya la estructura de la ciencia. Aquí hay un cambio de enfoque dirigiendo el interés hacia cómo se plantean los problemas científicos en las distintas disciplinas, tratando de comunicarles el valor sistematizador que tiene la ciencia y el papel que desempeñan en ella los conceptos teóricos, las entidades inobservables.

La primera y segunda etapa están dirigidas por la explicación de los fenómenos y la tercera supone un cambio hacia transmitirles la estructura de la ciencia.

Siguiendo estas ideas estamos tratando de elaborar materiales para la enseñanza de las ciencias. Creemos que esos materiales han de estar dirigidos al profesor porque nos parece que es el profesor el que tiene que construir las situaciones en las que el alumno aprende. Hay que renunciar a la creencia de que el profesor está enseñando a los alumnos porque sabemos perfectamente que es el alumno el que aprende, el que tiene que reconstruir los conocimientos, nosotros no se los podemos dar hechos. Pero, sin embargo, la función del profesor es crear las condiciones en las cuales el alumno pueda aprender, unas condiciones idóneas para que el alumno forme sus propios conocimientos, provocando esas contradicciones necesarias para que progrese. Se trata de una tarea importantísima e insustituible. Pero para poder llevarla a cabo lo que el profesor necesita son materiales que indiquen cómo puede desarrollar el tratamiento de un tema. En mi opinión los libros de texto para los alumnos son poco útiles y en muchos casos perjudiciales. El alumno tiene que acostumbrarse a manejar libros normales, en las escuelas debe haber aulas en las cuales haya libros que el alumno consulta, en los que el alumno va a buscar datos, pero no libros en los que está contenido todo el saber. El alumno debe estar acostumbrado a buscar en una enciclopedia, en una tabla de constantes, en manuales de laboratorio, tiene que aprender a utilizar libros.

El material más importante tiene que ir destinado, pues, al profesor, un material en el que le ofrezcamos una estructura para el tratamiento de un tema y lo desarrollemos con todo detalle, incluyendo las conductas que presumiblemente son más corrientes en los alumnos, los errores más frecuentes que cometen o sugerencias sobre cómo realizar el trabajo experimental.

Nuestro material parte siempre de una experimentación por parte de los alumnos. En el módulo sobre el calor que hemos elaborado no comenzamos hablando de la diferencia entre calor y temperatura o de la definición de calor ni introducimos inicialmente nociones como la de calor específico, sino que intentamos crear situaciones que exijan el establecimiento de esos conceptos. Por ejemplo, hacemos experiencias de mezclas en la cual los alumnos mezclan 100 gr. de agua a 20° con 100 gr de agua a 90° y observan cuál es la temperatura de la mezcla, luego hacen mezclas con cantidades distintas del mismo líquido a distinta temperatura, anotan los resultados. Después les sugerimos que mezclen distintas sustancias: 100 gr. de agua a 20° y de aceite a 90°, y comparan con la mezcla anterior y encuentran que la temperatura de la mezcla es más baja cuando mezclaban agua y aceite que cuando estaban mezclando sólo agua. Realizan curvas de calentamiento de sustancias y se dan cuenta de que el aceite se calienta más deprisa que el agua. Entonces, a partir de todas estas actividades, la introducción de la noción de calor específico se realiza de una manera natural, los alumnos se dan cuenta de que hay algo característico en las distintas sustancias respecto a su capacidad de calentamiento. Naturalmente lo que nos preocupa en ese nivel no es que las medidas sean muy exactas, sino que los alumnos se den cuenta de qué resultados se producen y de que esos resultados se pueden medir.

La proliferación de este tipo de materiales podría contribuir mucho a la modificación de la enseñanza de las ciencias y a la actualización del profesorado. Nosotros estamos realizando este trabajo con el apoyo de la UNESCO, y dentro de un proyecto para establecer nuevos métodos de formación y perfeccionamiento del profesorado. Pero lo que sería deseable en todo caso es que esos materiales se multiplicaran, es decir, que todos los profesores produjeran sus materiales no sólo para su propio aula, sino para que lo conocieran los demás profesores y que este tipo de material esté en continua evolución, que nunca lo podamos considerar como definitivo. Nuestro material desde luego no lo consideramos definitivo, sino que está en continua reelaboración y es producto de un trabajo interdisciplinar y de un trabajo con profesores de distintos niveles.

Desgraciadamente nos encontramos con la dificultad de la participación del profesorado universitario que es esencial en la elaboración de este tipo de materiales. El profesorado universitario está más preocupado por la investigación en su propia disciplina que por la enseñanza y la descuida frecuentemente, aunque luego sufren los efectos de esa despreocupación y se quejan del nivel de los alumnos que llegan de enseñanza media, que son en buena medida producto de esa falta de interés que tiene la universidad por la enseñanza. En este sentido es necesario que la universidad, y naturalmente no me refiero a los pedagogos, tome conciencia de que mejorar la educación en los niveles no universitarios es una de las empresas más importantes para el futuro cultural y social del país.

Este trabajo está basado en nuestros estudios sobre la comprensión de nociones científicas por los niños y en las reflexiones que hemos realizado a lo largo de nuestro trabajo en el Proyecto «La formación del espíritu científico en el niño» que se inscribe dentro del proyecto piloto de la UNESCO para buscar nuevos métodos de formación de profesores de ciencias. Hemos contado también con apoyo del MEC a través de los Planes Nacionales de Investigación para el desarrollo de la educación. Participan en este proyecto, que se lleva a cabo en el ICE de la Universidad Autónoma de Madrid, Elena Martín y Amparo Moreno, así como diferentes profesores de ciencias.

La enseñanza de las Ciencias Experimentales en el Ciclo Medio y Superior de E.G.B.

Luis DEL CARMEN

Licenciado en C. Biológicas y profesor de E.G.B.

Comunicación presentada en el Simposio «La nueva enseñanza de las ciencias experimentales», organizado por la Subdirección General de Perfeccionamiento del Profesorado del M.E.C., del 27 al 30 de marzo de 1984.

Las ideas que se exponen a continuación son el resultado de distintas experiencias realizadas en diversos centros de E.G.B., tanto de zonas urbanas como rurales, durante nueve años.

El punto de partida de las mismas fue la introducción del método del descubrimiento como base para el desarrollo de los programas de Ciencias de la Naturaleza de 2.^a etapa de E.G.B.

En base a esta primera experiencia se fueron modelando unas líneas básicas de trabajo, que son las que desde hace tres años hemos aplicado al desarrollo de los Programas renovados a partir del tercer curso.

ETAPAS DE DESARROLLO

Para programar las secuencias de objetivos y actividades a lo largo de los distintos cursos hemos partido, aplicando las ideas básicas de la psicología genética, de la consideración de tres etapas, que se establecen de forma flexible como líneas orientadoras para asegurar una programación adecuada.

Etapa 1. Operaciones concretas, fase inicial

Constituye el punto de partida, y aunque cronológicamente puede localizarse en los cursos 2.^o y 3.^o de E.G.B., es válida para comenzar a trabajar con alumnos de edades superiores a los 7 años, cuyo nivel de desarrollo se desconozca o se sitúe en un estadio inicial.

En esta etapa orientamos el trabajo a iniciar a los alumnos en la habilidad de manipular mentalmente las cosas. En un principio esta habilidad se

limita a la manipulación con objetos y materiales concretos. Los objetivos se ciñen al desarrollo de estas operaciones mentales a través de la exploración de los mismos, siempre que tengan un significado para los niños. Ya que también los alumnos mayores e incluso los adultos prefieren la introducción a nuevos problemas e ideas a través de ejemplos concretos y exploraciones físicas, estos objetivos pueden aplicarse a cualquier edad en la que se inicie una introducción a una ciencia determinada.

Etapa 2. Operaciones concretas, fase avanzada

Esta etapa es la que resulta más específica del Ciclo Medio de E.G.B., siempre que la anterior se haya desarrollado un mínimo.

En ella, las operaciones mentales van adquiriendo una mayor variabilidad e importancia. La habilidad para manejar variables (por ejemplo, en el caso de clasificaciones múltiples), indica que los problemas pueden resolverse ya de una forma más ordenada y cuantitativa que en la etapa anterior. Los objetivos comienzan a centrarse más en los aspectos científicos del entorno.

Los objetivos de esta etapa son válidos para todos los niños que hayan superado la etapa anterior, sea cual sea su edad.

Etapa 3. Transición al pensamiento abstracto

Esta etapa sería la característica de los alumnos de Ciclo Superior, que han superado las etapas anteriores. En ella comienza a desarrollarse la capacidad de operar con elementos abstractos. Una vez completado su desarrollo, se puede manejar lo posible y lo hipotético, y no será necesaria la referencia constante a las situaciones concretas. Este desarrollo puede producirse entre los once y trece años, aunque en ocasiones puede producirse más tarde o no darse nunca.

Estas etapas están planteadas como hipótesis de trabajo, pero su aplicación a un grupo de alumnos concreto requiere la realización de unas pruebas previas, que nos indiquen cuál es el estado real del mismo, que puede ser muy diferente para alumnos de una misma edad.

Por otra parte debe tenerse en cuenta que estas etapas no se van sucediendo por el mero crecimiento físico de los alumnos, sino que requieren para su desarrollo unas condiciones favorables y una acción bien orientada del profesor.

OBJETIVOS GENERALES

Los objetivos generales planteados para el Ciclo Medio y Superior son los siguientes:

1. *Capacitar para resolver problemas mediante una investigación personal.*

Se incluyen aquí todos los objetivos relacionados con el desarrollo de la capacidad de observación, clasificación, medida, tratamiento de datos, experimentación, formulación de hipótesis, interpretación de resultados y desarrollo de actitudes investigadoras.

2. *Desarrollar las destrezas manipulativas básicas de especial aplicación al estudio de la naturaleza.*

En este apartado se agrupan aquellos objetivos más relacionados con la adquisición de las destrezas manipulativas necesarias para llevar a cabo las distintas investigaciones que se plantean: construcción de terrarios, manejo de material de laboratorio, construcción de aparatos y montajes sencillos, utilización y cuidado de instrumentos de precisión, etc.

3. *Adquisición de las ideas y conceptos científicos básicos sobre la naturaleza, potenciando una actitud crítica hacia los mismos y el desarrollo del pensamiento lógico.*

Se desarrollan los objetivos cognoscitivos de los Programas Oficiales, planteados a partir de los fenómenos familiares al alumno y considerando también sus aplicaciones prácticas.

4. *Utilización de recursos de expresión variados, aplicables a las investigaciones y trabajos que se realicen.*

Se ha comprobado que la adquisición de distintos tipos de lenguajes y otros recursos de expresión, se potencia cuando éstos son utilizados para expresar los resultados de una exploración personal. Se incorporan aquí objetivos relacionados con la capacidad de comunicación oral y escrita, la utilización del lenguaje matemático, la utilización de distintas técnicas de expresión plástica, la utilización de lenguajes convencionales y de recursos audiovisuales.

5. *Desarrollar la capacidad de organización personal y de trabajo en grupo.*

En este apartado se incluyen aquellos objetivos tendentes a proporcionar al alumno técnicas de trabajo que le permitan realizar con autonomía el trabajo, tanto individualmente como en grupo.

6. *Adquirir actitudes de responsabilidad ante sí mismos, los compañeros, la comunidad y el medio en que viven.*

Para el desarrollo de estos objetivos generales, se plantean propuestas secuencializadas de objetivos específicos para cada curso. Estas propuestas están planteadas como hipótesis de trabajo, y se han elaborado a partir de las experiencias realizadas en distintas escuelas durante varios años, con grupos de alumnos de diferentes edades y características.

LA INVESTIGACION DEL ENTORNO: PUNTO DE PARTIDA

La investigación del entorno ha tenido siempre un significado importante en cualquier enfoque de escuela activa. Es por ello que hoy vuelve a desempeñar un papel importante en el proceso de renovación pedagógica que se está llevando a cabo en nuestras escuelas.

Entendemos la investigación del entorno en un doble sentido, de renovación de contenidos y de renovación metodológica

La renovación de contenidos viene determinada por el nuevo punto de partida en el desarrollo del programa escolar, que deja de ser un enunciado abstracto de temas generales e inconexos, para convertirse en un conjunto de centros de interés de la realidad inmediata del niño, articulados por un proceso de exploración progresiva.

La renovación metodológica deriva del propio proceso de exploración, donde no hay unos contenidos preestablecidos a «aprender», sino unos instrumentos de trabajo e investigación que irán aportando conocimientos, en cuya elaboración el alumno habrá jugado un papel fundamental.

Esta forma de entender la investigación del entorno se proyecta a distintos niveles estrechamente relacionados, cuyo desarrollo conjunto, proporcionará al alumno una comprensión de la realidad en que vive: incorporación al trabajo escolar de aquellos elementos que forman parte de la vida cotidiana del niño, exploración del entorno inmediato de la escuela y el barrio, exploración de otros medios de características diferentes e investigación del medio natural.

CICLO MEDIO: ENFOQUE GLOBALIZADO

La necesidad de un enfoque globalizado de la enseñanza a nivel de Ciclo Medio ha sido señalada repetidas veces y está recogida en los programas Renovados. Sin embargo, las concepciones sobre cómo desarrollar esta globalización son muy heterogéneas, y con frecuencia quedan reducidas a aspectos formales.

Para poder llevar a cabo un planteamiento coherente de globalización, no puede partirse de materias aisladas, e intentar después aglutinarlas en base a un tema o centro de interés. Por el contrario, debe ser este tema o centro de interés el punto de partida a partir del cual desarrollar, en el proceso de trabajo, aquellos objetivos y contenidos, que de forma natural se deriven, sin forzar la inclusión de ninguno.

La globalizaciones en una enseñanza basada en la investigación del entorno resulta inherente al proceso de investigación en el que se yuxtaponen conocimientos y técnicas de trabajo muy variadas, no encasillables en asignaturas o áreas concretas.

Otro aspecto que se considera importante en el desarrollo globalizado de los programas es la utilización de una metodología de trabajo unificada, que aunque puede adquirir formas de desarrollo específicas en función del

tema que se trabaje, debe responder siempre a unos criterios básicos comunes.

Estos criterios pueden concretarse en la utilización de la investigación personal y en grupo como camino fundamental de aprendizaje y la aplicación en el proceso de exploración de técnicas e instrumentos de trabajo variados, que desarrollen las distintas capacidades del alumno y potencien el desarrollo global de su personalidad.

CICLO SUPERIOR: ENFOQUE INTEGRADO

Para el Ciclo Superior, en el que ya puede plantearse una cierta división en distintas áreas, consideramos que el tratamiento más adecuado para las Ciencias Experimentales es el enfoque integrado, pues nos parece una edad temprana para presentar la ciencia fragmentada en sus distintas disciplinas.

Existen varias razones que lo justifican:

- a) El alumno al acabar el Ciclo Medio es aún muy inmaduro y no es conveniente someterle a cambios muy bruscos. El paso de unos programas globalizados a otros excesivamente diversificados en diferentes disciplinas puede presentar problemas.
- b) Los contenidos básicos de esta etapa son de carácter orientativo y general. Separar la ciencia en materias distintas lleva en muchas ocasiones a repeticiones innecesarias y a la ausencia de unas ideas conductoras que relacionen adecuadamente los contenidos.
- c) Es importante proporcionar una visión de conjunto de la ciencia, ya que el rápido avance científico y tecnológico hace que se pierda de forma peligrosa el aspecto global que tenía en sus comienzos. Incluso nosotros, como profesores, tenemos tendencia a actuar como físicos, biólogos o químicos en primer término, y como científicos después.
- d) Dado el propio carácter de las distintas ciencias experimentales, no resulta difícil agrupar los objetivos y orientaciones metodológicas que se aplican a cada materia aislada.

En ningún momento el tratamiento integrado de la enseñanza de las ciencias ha de suponer una mezcla forzada de materias, sino el desarrollo de las ideas básicas sobre la Naturaleza, aportando conjuntamente la perspectiva específica de cada ciencia.

BIBLIOGRAFIA EN LA QUE SE HAN DESARROLLADO ESTOS PLANTEAMIENTOS

«Descubrimos la Naturaleza». Proyecto de ciencia integrada para la 2.^a etapa de E.G.B. Adaptación del proyecto inglés «Science for the 70, s».
Consta de un libro del alumno y una guía didáctica para cada uno de los cursos de 2.^a etapa (6.º, 7.º y 8.º) y de una guía didáctica general.
Editado por Ed. Teide entre 1977-79.
Colección Vivac. Biblioteca de trabajo para la investigación del entorno dirigida a alumnos y profesores de 2.^a etapa de E.G.B. y B.U.P.

Títulos publicados: «Investigando en el bosque», «La vida en el bosque», «Investigando el suelo», «La vida en las aguas dulces», «Cómo criar y estudiar pequeños animales terrestres», «Investigando los seres vivos de la ciudad».

Editada por la Ed. Teide entre 1981-84.

— *Colección globalizada Graó para el Ciclo Inicial y Medio.*

Proyecto globalizado para el desarrollo de los Programas Renovados. Consta de guías de actividades para los alumnos, guías didácticas y cuadernos de trabajo para cada uno de los cursos y áreas.

Editada por la Ed. Teide entre 1981-84.

Una experiencia de trabajo

María del Carmen USABIAGA
Del Departamento de Ciencias de la Naturaleza del IEPS

I. INNOVACION Y PROYECTOS

A lo largo de su existencia, el departamento de Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza del IEPS ha acometido tareas específicas de acuerdo con varios de los objetivos del Instituto:

- Estudio e investigación aplicada en el área de desarrollo del currículum.
- Estudio y experiencias interdisciplinarias.
- Creación de materiales didácticos en cuanto instrumentos de apoyo a la innovación.
- Utilización de nuevas tecnologías.

Los proyectos y líneas de trabajo planteadas en el Departamento de Ciencias desde 1969, han partido de la consideración de aspectos de la realidad que necesitaban un cambio de modelos y una oferta de propuestas de acción. Algunos de estos ámbitos de realidad especialmente considerados en estos años y para los inmediatos son los siguientes:

- La situación de profesores y alumnos y las interacciones de enseñanza-aprendizaje. Era fácil encontrar un estilo «memorístico», un profesor «de libro de texto» y unas aulas sin material para el trabajo experimental y añorando poseer equipos, por otra parte, sofisticados y caros.
- La situación del currículum y su capacidad de evolución. El currículum existente, generalmente de tipo tradicional, sin bases científicas en unos años en que el fuerte movimiento de renovación del currículum de Ciencias se había iniciado en diversos países.
- Las líneas de investigación didáctica a nivel nacional y mundial.

Cada uno de estos ámbitos se ve necesitado de modificación y ante ello se inició la tarea en conexión con especialistas en diseño, tecnología educativa y currículum del Departamento de Ciencias de la Educación del Instituto. Los enfoques y realizaciones se orientan en una triple línea:

- Métodos de trabajo: en el aula y a nivel de conexión de profesores.
- Materiales de apoyo a la innovación que posibiliten tanto la guía del aprendizaje como el cambio de perspectiva de los profesores.
- Estrategias de acción que mantengan la motivación y suministren modelos de experimentación e investigación didáctica.

El Departamento de Ciencias de IEPS, de composición interdisciplinar, ha elegido como forma habitual de llevar a cabo su trabajo el desarrollo de Proyectos de innovación. Se entienden estos Proyectos como estrategias orientadas a la innovación. En ellos interaccionan como dimensiones características los siguientes elementos:

- Los requerimientos de la escuela o de la sociedad (no restringidos únicamente al «área» de Ciencias).
- El convencimiento de la posibilidad de avance y creación de esquemas propios en la didáctica de las Ciencias.
- La integración de profesores y expertos de diversos niveles y disciplinas con roles diferenciados y complementarios.
- La realización de estudios y elaboración de materiales que aportan innovaciones específicas.

Como puntos de enfoque de estos proyectos del Departamento, varios de los cuales se describen en el apartado siguiente, indicamos algunos que han alcanzado hasta el momento un significado central:

- Dar al alumno el protagonismo del aprendizaje.
- Perfilar y lanzar un nuevo estilo de profesor.
- Renovar el currículum en estructura, adecuación y contenidos.

II. PROYECTOS DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS

Las propuestas didácticas de este Departamento intentan poner de manifiesto la capacidad formadora de las Ciencias y sus implicaciones en la sociedad.

Desde estos planteamientos se han subrayado:

- Tanto los procesos de la ciencia como los contenidos.
- La iniciativa personal del alumno.
- La integración de disciplinas científicas.
- La preferencia por materiales sencillos para el trabajo experimental (elaborados siempre que sea posible por los propios alumnos).

Y todo ello como un medio para conseguir una maduración de la persona del alumno tanto en el ámbito cognitivo como en el afectivo y valoral.

En cuanto a las realizaciones se han elaborado currículum y materiales entre los que destacamos los siguientes:

- Currículum de ciencia integrada: para alumnos de 6 a 14 años y para alumnos de 15 a 18 años (F/Q).
- Instrumentos didácticos y materiales de apoyo para la tarea de aula del profesor.
- Desarrollo de prototipos baratos para el trabajo en el aula de Ciencias.
- Estudios e investigaciones sobre bases didácticas y elementos capaces de modificar el currículum tradicional.

****** Centrándonos en la línea de proyectos curriculares podría decirse que ofrecen enfoques y actividades en dos vertientes:

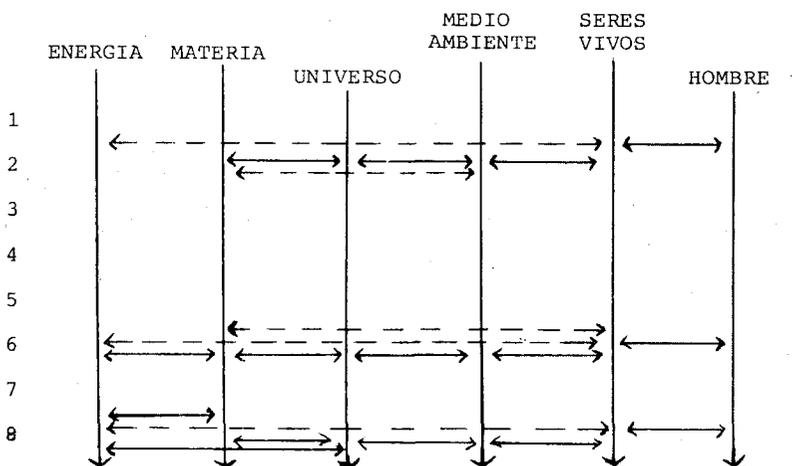
- Currículum completos, propuestos como alternativa longitudinal para los niveles de enseñanzas básicas y medias.
- Aspectos a introducir en el currículum total y que se abordan a modo de elementos diferenciados.

En el apartado de currículum completos pueden citarse estos dos proyectos:

- EGB-Somosaguas: un ensayo de ciencia integrada (6 a 14 años).
- CIB: Ciencia Integrada para Bachillerato (15 a 18 años).

Ambos cuentan con aportaciones en perfeccionamiento del profesorado, materiales didácticos y otras reflexiones para profesores y su nivel interdisciplinar va en una línea de intradisciplinariedad.

El Proyecto EGB-S: un ensayo de ciencia integrada (1) ofrece un currículum integrado, diseñado según el enfoque en espiral de Bruner: la primera vuelta abarca hasta el 5.º curso y en 8.º se cierra la segunda.



(1) *Ciencias EGB Somosaguas: un ensayo de ciencia integrada*. 8 vols. destinados a alumnos y 8 vols. para profesores. Narcea. Madrid, 1972 a 1976.

El esquema muestra los ejes conceptuales y la interrelación entre ellos.

El proyecto CIB no se describe en este apartado por ser objeto de un epígrafe posterior.

El departamento de Ciencias ha realizado además otras aportaciones en los niveles de Preescolar, Ciclo Inicial y Ciclo Medio (2).

** Se han considerado como *aspectos relevantes a introducir de modo habitual en el currículum*, los relacionados con la Educación Nutricional, Historia de la Ciencia y Microordenadores (3). En este momento cada uno de estos ámbitos es objeto de un Proyecto:

- Proyecto *Educación Nutricional*. Su objetivo es la elaboración de materiales didácticos orientados hacia la motivación del alumno. Al considerar la educación nutricional como integrante de la educación para la salud, la educación del consumidor y la educación ambiental, el planteamiento del proyecto es ampliamente interdisciplinar. Se dirige a profesores de EGB y E. Medias.
- Proyecto *Historia de la Ciencia*. Este enfoque se encontraba presente de diversas formas en otros proyectos del Instituto, pero en un momento determinado se vio la conveniencia de subrayar esta línea y de dar un mayor énfasis al trabajo de aula con textos originales de los científicos y a la elaboración de material didáctico especializado. En el año en curso inicia su segunda y tercera fase que abarcan: estudio, experimentación y publicaciones de carácter didáctico.

El acercamiento al aula de los hitos históricos de la ciencia se lleva a cabo enfrentando al alumno con los textos auténticos de los científicos, los que dijeron y expresaron, tanto de sus teorías o experimentos, como de su persona. Se subrayan la apertura al pensamiento de la época y el entorno social en que se desarrollaron estos personajes. El proyecto no descuida los aspectos de filosofía de la ciencia requeridos por los diversos temas. Los estudios se enfocan interdisciplinariamente. Están implicados en este proyecto profesores de EGB, BUP y FP y E.U. del profesorado.

- Proyecto *Utilización Didáctica del Microordenador*. Su objetivo es estudiar las posibilidades didácticas del microordenador y elaborar unidades de AAO (Aprendizaje Asistido por Ordenador) destinados a los alumnos. Una de las actividades de este curso es un Seminario Permanente dirigido a profesores de EGB, BUP, FP y E. U. de F. del profesorado interesados en el tema y dispuestos a la experimentación del material.

Otros ámbitos en los que el Departamento ha realizado diversas aportaciones son la Educación ambiental, el tema Interacción Naturaleza-

(2) *El área de experiencia en Preescolar y C. Preparatorio*. Narcea, Madrid, 1980.

Interacción Naturaleza-Sociedad en el Ciclo Medio. Narcea, Madrid, 1982.

(3) *La Historia de la Ciencia en la escuela*. Narcea, Apuntes IEPS, n.º 28, 1982.

Científicos en el aula. Id. n.º 30, id.

Material didáctico: Historia de la Ciencia, Progreso y Consumo. Documentos IEPS. Madrid, 1982.

Historia de la Ciencia: Material didáctico II. Documentos IEPS (en elaboración).

Sociedad (4) —coordinado con el Departamento de C. Sociales del Instituto—, y el análisis del progreso científico-técnico.

Como puede apreciarse, el Departamento se sitúa tanto en planteamientos de Ciencia integrada como en enfoques característicos de la sociodidáctica.

III. EL PROYECTO CIB DE FÍSICA Y QUÍMICA

Se trata de un proyecto de ciencia integrada para Bachillerato elaborado según el método de los esquemas conceptuales.

Las *bases de partida* están formuladas para la conexión entre disciplinas como Física, Química, Biología y Geología y son comunes a todas ellas:

- Planteamientos interdisciplinares según tres ejes conceptuales alrededor de los cuales se articula todo el currículum: sistemas - interacciones - equilibrios.
- Aspectos metodológicos fundamentales basados en: ● esquema de aprendizaje y secuencias de actividades, ● el método científico en la actividad del alumno.

Desde el comienzo de sus tareas el proyecto ha canalizado su actividad en la renovación del profesorado y en la creación de instrumentos didácticos. Un elemento significativo en su dinámica es el Seminario didáctico de Física y Química.

A continuación se explicitan algunos de los puntos de enfoque del CIB (5). En toda sus actividad se ha buscado subrayar en el aprendizaje la unidad de método de las ciencias y la existencia de conceptos científicos medulares y comunes a las diversas disciplinas. Los aspectos relativos a esquemas conceptuales y método científico se presentan articulados y el método científico adquiere el nivel de criterio característico de la actividad del alumno. Como se sabe, la enseñanza «integrada» de las ciencias supone una visión en que las disciplinas se articulan entre sí en cuanto ciencias y por ello no pueden prescindir de su propio camino de elaboración ni de su incidencia social.

* Los ejes *sistemas - interacciones - equilibrios* implican, en cuanto marco conceptual, una forma científica de abordar cuestiones e interrogantes. Estos tres ejes están relacionados con realidades inmediatas tanto desde el punto de vista de la ciencia como de capacidades a potenciar en el aprendizaje. Como ideas centrales implican diversos niveles de complejidad. La aproximación a los temas debe hacerse desde la conexión entre los ejes, que proporcionan una lectura energética del universo, ya se aborde desde la Física, la Química, la Biología o la Geología.

(4) *Técnicas para la interacción naturaleza-sociedad*. Documentos IEPS. Madrid, 1981.

(5) *Bachillerato y C. Integrada (I). Proyecto CIB*. Narcea. Apuntes IEPS, n.º 17. Madrid, 1979.

Bachillerato y C. Integrada (II): Física y Química. Id., n.º 18, id.

* El *esquema de aprendizaje* del proyecto CIB explicita los criterios de adecuación al alumno (que se inicia o prosigue en aspectos hipotético-deductivos) y es la pauta de organización secuencializada de las actividades en cada bloque. En el aprendizaje de los conceptos son puntos básicos de este esquema los siguientes: partir de datos conocidos, realizar nuevas experiencias, relacionar el nuevo concepto con otros ya conocidos, aplicación e interpretación. El segundo de estos pasos —realización de nuevas experiencias— indica que el alumno realiza actividades de descubrimiento de tipo inductivo e hipotético-deductivo, según los casos. El descubrimiento se lleva a cabo mediante actividades experimentales, históricas o si fuera preciso bibliográficas. Este segundo paso del *esquema de aprendizaje* es uno de los de mayor protagonismo del alumno en el estilo del método científico.

* Los materiales elaborados se han diseñado como recursos polivalentes para el alumno y admiten diversas formas de utilización. Se ofrecen dos series formadas por folletos:

- De consulta o cuadernos monográficos con síntesis científicas y aspectos humanos de los diversos temas.
- De actividades o guías de trabajo que incluyen cuestiones, problemas, textos históricos y experimentos.

La elaboración y experimentación del nivel optativo se ha continuado a través de una dinámica similar a la del nivel común y explicitando las bases del proyecto en unos matices que respondan a características de este nivel superior: cualificación de la visión científica de alumnos que inician su especialización.

Se han publicado materiales correspondientes al nivel común, *Introducción al estudio integrado de la Física y Química* (6):

- Actividades y Experiencias (actividades).
- Interacciones y Sistemas (consulta).

En ambos, además de los temas secuencializados, se incluyen aspectos considerados como coordenadas de referencia constante en el trabajo del alumno: orientaciones sobre la actividad científica, aspectos instrumentales y diversos datos y tablas.

María del Carmen Usabiaga
del Departamento de Ciencias de la Naturaleza del IEPS.
28 marzo 1984

(6) *Interacciones y sistemas*. IEPS. Madrid, 1979.
Actividades y Experiencias. Id.
Proyecto CIB Física y Química: Guía del Profesor. 1980.

El aprendizaje de las Ciencias como cambio conceptual y metodológico

(Algunas aportaciones de la investigación didáctica)

Daniel GIL-PEREZ

Seminario de Física y Química.

Instituto de Ciencias de la Educación. Universidad de Valencia.

INTRODUCCION

En el momento en que se plantea un cambio en profundidad de todo el sistema educativo —desde la Educación General Básica a la Universidad— se hace necesario una cuidadosa atención a la elaboración de los currícula, saliendo al paso del frecuente y decepcionante resultado de que toda la transformación proyectada quede reducida a simples cambios en algunos contenidos y a que los profesores sigan impartiendo con los nuevos programas la misma enseñanza de siempre (Krasilchik, 1979).

La implicación real del profesorado desde el inicio del proceso es un requisito imprescindible (Tall, 1981). Pero no basta con que exista conciencia de la necesidad del cambio, ni siquiera por razones de tanto peso como es la grave situación de fracaso escolar que alcanza, en lo que a la enseñanza de las materias científicas se refiere, límites absolutamente insostenibles. Existe el peligro de que las innovaciones ensayadas con la mejor voluntad por distintos grupos se traduzca en un movimiento browniano, es decir, en una agitación confusa sin desplazamiento efectivo. Es preciso a este respecto salir al paso de la trivialización de la idea de investigación educativa y evitar la confusión entre lo que es investigación y lo que son meros intentos de innovación. Pese a la importancia de una actitud innovadora esta debe desembocar en una verdadera investigación —es decir, en una actividad que se inserte en el desarrollo de un cuerpo organizado de conocimientos— so pena de perderse en adquisiciones dispersas. La investigación educativa y más concretamente la investigación necesaria de la que el profesorado no puede quedar al margen como mero consumidor. Incluso para que los profesores simplemente conecten con las

implicaciones de una investigación y puedan juzgar críticamente su propia práctica docente, a la luz de dichas implicaciones, han de estar insertos a algún nivel en el proceso de investigación. De hecho sólo una práctica docente orientada por las adquisiciones de la investigación didáctica y, a su vez, una investigación didáctica íntimamente asociada a la práctica docente; pueden conducir a innovaciones fundamentadas y eficaces para la mejora de la enseñanza (Verna y Beard, 1981).

Hoy podemos referirnos ya a todo un conjunto de resultados y líneas de trabajo de la investigación didáctica que pueden tener —y en parte están teniendo ya— una notable incidencia en la transformación de la enseñanza de las ciencias. Nos referiremos a continuación a algunas de estas aportaciones.

1. De los errores conceptuales al cambio conceptual

En primer lugar hemos de referirnos a los numerosos trabajos centrados en el estudio de los errores conceptuales de los alumnos, trabajos que han puesto en evidencia que los alumnos poseen ya ideas —preconceptos— acerca de numerosos temas, previamente a recibir enseñanza escolar sobre los mismos [ver una selección de trabajos recientes en Carrascosa (1983) y en Osborne y Wittrock (1983)]. Se trata además de ideas que, en algunos dominios, constituyen verdaderos esquemas conceptuales coherentemente engarzados y que presentan una notable resistencia a ser sustituidos por las explicaciones científicas proporcionadas por el profesorado.

La persistencia de estos preconceptos incluso —sorprendentemente— en niveles universitarios (Carrascosa y Gil, 1984) se convierte en un índice de la ineficacia de la enseñanza de las ciencias y ha conducido al rechazo de la habitual transmisión de conocimientos a alumnos considerados tablas rasas y a la elaboración de modelos de aprendizaje de las ciencias basadas en el cambio conceptual. Podemos referirnos así al Generative Learning Model (Osborne y Wittrock, 1983) y al PSHG Model (Posner, Strike, Hewson y Gertzog, 1982) (Solís, 1984).

Por nuestra parte hemos justificado la importancia de las ideas previas de los alumnos y la necesidad de orientar el aprendizaje de las ciencias como cambio conceptual, basándonos en la existencia de un cierto isomorfismo entre el proceso de producción de conocimientos científicos y el aprendizaje significativo de los mismos (Gil, 1983). De hecho las investigaciones realizadas por Piaget y colaboradores en el Instituto de Epistemología Genética (Piaget, 1970) han mostrado el paralelismo entre evolución histórica de una ciencia y la adquisición de las ideas correspondientes en el niño. Así, por ejemplo, estos estudios han dejado patente cómo las experiencias cotidianas sobre el movimiento de los cuerpos generan una visión del comportamiento mecánico de la materia muy próxima a la física aristotélico-escolástica. Resultan así comprensibles las dificultades de un cambio conceptual que equivale a lo que históricamente han supuesto, en el desarrollo de las ciencias, las revoluciones científicas o cambios de paradigma (Carrascosa, Gil y González, 1983).

2. Necesidad de un cambio metodológico

El paradigma de enseñanza basado en un cierto isomorfismo entre aprendizaje y producción de conocimientos a que acabamos de referirnos, permite también intuir que no basta con tener en cuenta las ideas previstas de los alumnos para lograr un efectivo cambio conceptual, hecho señalado por diversos autores (Fredette y Lohead, 1981) como resultado de investigaciones concretas. En efecto, desde nuestro punto de vista, el cambio conceptual no es posible sino va acompañado por un cambio metodológico en la forma de abordar las situaciones. O dicho de otro modo, la principal dificultad en la correcta adquisición de los conocimientos científicos no estribaría en la existencia de preconceptos más o menos integrados en esquemas conceptuales coherentes, sino en la metodología que les ha dado origen. Volviendo al ejemplo ya mencionado de las ideas sobre el movimiento de los cuerpos, el hecho de que nuestros alumnos tengan una visión del comportamiento mecánico de la materia similar al aristotélico-escolástico no puede ser fruto del azar, sino corresponder a unas mismas causas. Y conviene notar a este respecto que las concepciones aristotélicas sólo fueron desplazadas, tras largos siglos de vigencia, gracias a un cambio metodológico nada fácil, superador de la tendencia a sacar conclusiones precipitadas, a generalizar de manera acrítica en base a experiencias limitadas y no controladas; una tendencia no sólo perceptible en ese edificio histórico —que no en vano ha sido calificado como «la física del sentido común»— sino presente, con mayor razón —como ha sido señalado por Piaget (1971)— en el niño adolescente. Y si el edificio aristotélico sólo fue derribado —con las dificultades que conlleva un cambio de paradigma— gracias a una nueva metodología que aúna la creatividad del pensamiento divergente con el rigor que supone la contrastación de hipótesis mediante experimentos en condiciones controladas, etc., es lógico suponer que igual ocurrirá con los alumnos. Sólo en la medida en que se les ponga reiteradamente en situación de aplicar esta metodología —es decir, de emitir hipótesis, de diseñar experimentos, de realizarlos y analizar con rigor los resultados a la luz del cuerpo de conocimientos de partida, etc.— los alumnos superarán sus hábitos de extraer conclusiones precipitadamente y se harán así posibles los profundos cambios conceptuales que exige la adquisición de muchos conocimientos científicos.

En apoyo de esta interpretación de la persistencia de los preconceptos como fruto de una, llamémosle así, metodología de la superficialidad, podemos aducir —además de los trabajos de Piaget ya mencionados (Piaget, 1971)— la constatación de los brevisimos tiempos empleados en responder erróneamente a cuestiones relacionadas con preconceptos (Carrascosa y Gil, 1984). La rapidez con que se contesta, por ejemplo, que si un cuerpo tarda un segundo en caer desde cierta altura, otro de doble masa tardará medio segundo, es un índice evidente de esa metodología de la superficialidad.

Llegado a este punto, la línea de investigación centrada en los preconceptos de los alumnos se engarza con las relativas a las características de los trabajos prácticos y de la resolución de problemas. En efecto, cabe preguntarse en qué medida los trabajos prácticos o la forma habitual de

resolución de problemas contribuye a familiarizar a los alumnos con la metodología científica y favorecer así el cambio metodológico sin el cual el conceptual tampoco es posible.

3. *Los trabajos prácticos, ¿una ocasión de aplicar la metodología científica?*

La gran importancia dada en la literatura, desde hace varias décadas, a los trabajos prácticos, a la necesidad de introducir a su través los métodos de la ciencia superando una enseñanza tradicionalmente centrada en los contenidos (Bybee, 1977), podrían hacer pensar en que la escuela está efectivamente contribuyendo al cambio metodológico. Sin embargo, las propuestas sobre la aplicación del «Método Científico» o sobre la «Enseñanza por descubrimiento» resultan demasiado ambiguas e imprecisas (Keislar y Shulman, 1966), incurriendo en visiones simplistas, muy alejadas de la forma en que realmente se elaboran los conocimientos científicos (Rachelson, 1977), persistiendo entre el profesorado de ciencias una visión marcada por un empirismo extremo (Giordan, 1978) que olvida el papel central que las hipótesis y todo el pensamiento divergente ocupan en el trabajo científico (Hempel, 1976).

Por nuestra parte hemos procedido a un análisis detenido de los trabajos prácticos de Física y Química y Ciencias Naturales realizados en nuestro país, tanto a nivel Básico como en la Enseñanza Media, constatando la casi total ausencia de los aspectos más relevantes de la metodología científica, tales como la definición del problema, la emisión de hipótesis —a la luz de determinado cuerpo de conocimientos—, el diseño de experimentos, etc. (Gené y Gil, 1983) (Gil y Payá, 1984). Y en una detenida evaluación de la enseñanza de las ciencias impartida en EE.UU. durante el período 1955-1980 se llega a la conclusión de que «la mayoría de cursos no incluyen un solo experimento en el que los estudiantes puedan identificar y definir un problema, proponer procedimientos, recoger e interpretar resultados o tomar alguna decisión» (Yager y Penick, 1983).

De ningún modo puede, pues, decirse que la enseñanza de las ciencias haya avanzado significativamente hacia la introducción de la metodología científica. Y no pueden aceptarse a este respecto la mayor parte de las propuestas que se autodenominan de enseñanza por descubrimiento, marcadas por un empirismo extremo y de una efectividad prácticamente nula (Ausubel, 1978).

Digamos, pues, para terminar, que sigue siendo necesario un serio esfuerzo para introducir la metodología científica en la enseñanza de las ciencias y concretamente por ajustar los trabajos prácticos a las características de esta metodología. Ello es necesario, como se ha indicado, no sólo porque la familiarización de los alumnos sea un objeto en sí, sino porque sin el cambio metodológico que ello supone no es concebible un efectivo cambio conceptual. Con tal fin hemos realizado un intento de traducción de los trabajos prácticos habituales en investigaciones, es decir, en problemas que permitan a los alumnos familiarizarse con la metodología cientí-

fica poniendo la máxima atención en los aspectos creativos —como la emisión de hipótesis o el diseño de los experimentos— que son los habitualmente ausente. (Gil, 1980) (Gil, 1982) (Calatayud, Furió et Al., 1980) (Calatayud, Gil et Al., 1980) (Gené y Gil, 1983) (Gil y Payá, 1974).

4. La resolución de problemas: un nuevo y grave índice de fracaso

La resolución de problemas es concebida como verdadero índice de la comprensión profunda de los conocimientos estudiados. Sin embargo, no es exagerado afirmar que es, sobre todo, un índice del fracaso de la enseñanza de las ciencias: como ha sido señalado repetidamente los alumnos no aprenden a resolver problemas, sino únicamente a memorizar soluciones explicadas por el profesor como simples ejercicios de aplicación (Gil y Mtnéz-Torregrosa, 1983) y los alumnos se limitan a «reconocer» problemas que ya han sido resueltos o a abandonar (Gilbert, 1980) (Mettes et Al., 1980).

La gravedad de la situación ha convertido la investigación sobre problem-solving en una de las prioridades en el campo de la didáctica de las ciencias (Yager y Kahle, 1982).

El modelo de aprendizaje de las ciencias como investigación, al que hemos hecho referencia (Gil, 1983), permite interpretar el fracaso en la resolución de problemas como resultado de una enseñanza alejada de las características del trabajo científico que convierte los problemas —es decir, las situaciones para las que no existe de entrada una solución evidente— en ejercicios que el profesor resuelve de forma lineal, sin dudas ni ensayos sobre lo que se busca o el camino a seguir y, a menudo, sin siquiera contrastación e interpretación de los resultados. Y hemos efectivamente mostrado (Gil y Mtnéz.-Torregrosa, 1984) cómo la resolución de problemas por el profesorado no presenta las características esenciales de una tarea de investigación ante una situación problemática. En ello estriba, en nuestra opinión, la causa fundamental de fracaso en la resolución de problemas de los alumnos, quienes se encuentran, ante lo que para ellos sí constituyen problemas, sin una metodología adecuada de trabajo, que no puede ser otra que su abordaje como investigación, como proceso coherente con la metodología científica, lo que exige cambios sustanciales en su didáctica e incluso en la forma de los enunciados (Gil y Mtnéz.-Torregrosa, 1983).

Tampoco, pues, la resolución de problemas es utilizada por la enseñanza habitual de las ciencias para favorecer la familiarización de los alumnos con la metodología científica, es decir, para provocar el necesario cambio conceptual.

5. Implicaciones de una enseñanza concebida como cambio conceptual y metodológico en la elaboración de los currícula

Como hemos intentado mostrar, la metodología científica está ausente en todo el proceso de aprendizaje de las ciencias, incluso cuando se habla

de método científico o de descubrimiento. La misma evaluación del aprendizaje se realiza poniendo el acento exclusivamente en la pura reproducción de los contenidos que se han transmitido a los alumnos (Yager y Penick, 1983).

Los resultados de tal enseñanza son bien conocidos: la persistencia de graves errores conceptuales, la incapacidad para resolver problemas, ya sean experimentales o no, etc., e incluso una clara y progresiva disminución del interés de los alumnos por las materias científicas (Yager y Penick, 1983).

Esta situación ha conducido a la elaboración de modelos alternativos de enseñanza consistentes en partir de los esquemas conceptuales preexistentes en los alumnos y concebir el aprendizaje como cambio conceptual (Posner, Strike, Hewson y Gertzog, 1982) (Osborne y Wittrock, 1983). Hemos intentado mostrar, sin embargo, que dicho cambio conceptual no es posible sin un cambio metodológico paralelo. Sólo una enseñanza concebida como cambio conceptual y metodológico —o lo que es lo mismo, sólo una enseñanza de las ciencias coherente con el proceso de producción de los conocimientos científicos— podría dar solución a la vez —y conviene insistir en esta interdependencia— a las dificultades encontradas por los alumnos en la adquisición significativa de conocimientos y en la resolución de problemas.

Pero esta orientación de la enseñanza tiene implicaciones en la elaboración de los currícula, a los que queremos referirnos para terminar. Porque lo que hemos denominado metodología de la superficialidad —que constituye el obstáculo fundamental— no sólo no es combatida por nuestra enseñanza, sino que es estimulada con la habitual exigencia de respuestas rápidas, con exámenes que sólo dejan tiempo para reproducir mecánicamente lo enseñado por el profesor, o con los tratamientos sin rigor que imponen al propio profesor currícula inabordables (Piaget, 1969). Nos referiremos a este respecto a una investigación realizada con objeto de fundamentar unos criterios que orienten la elaboración de un currículum de Física y Química para la Enseñanza Media, aunque sus conclusiones pueden ser aplicables en parte a cualquier currículum de ciencias (Carrascosa, Furió y Gil, 1984). Se procedió para ello a un análisis de las aportaciones de la investigación didáctica y a someter al profesorado un cuestionario con diversas opciones derivadas de dichas aportaciones. Los resultados obtenidos con este cuestionario han mostrado una clara discriminación entre las distintas opciones y su concordancia con los resultados de la investigación didáctica, concretamente con la conveniencia de orientar la enseñanza como cambio conceptual y metodológico. De acuerdo con ello, los criterios que deberían presidir la elaboración de un currículum serían:

- En primer lugar se muestra un serio rechazo de los habituales currícula, enciclopédicos, completamente obligatorios e inabordables, que obligan a centrarse en contenidos tratados superficialmente, con olvido de los trabajos prácticos o cualquier otro aspecto (Piaget, 1969). Por el contrario, se antepone la profundización a la extensión, optando por la idea de un currículum organizado —como se ha hecho recientemente en Inglaterra (Tebutt, 1981)— en torno a un

núcleo o «core» obligatorio (Correspondiente al 40-60% del tiempo disponible) y a la libre elección, debidamente fundamentada, del resto. Un currículum, además, con carácter cíclico para algunos temas fundamentales, de forma a lograr la necesaria profundización y afianzamiento.

- En segundo lugar se opta por un currículum que conjunte una verdadera aplicación de la metodología científica con la adquisición de un cuerpo coherente de conocimientos —de acuerdo con las recomendaciones de diversos organismos educativos (NSTA, 1964)—. Se rechaza así, tanto el paradigma de enseñanza basado en la simple transmisión de conocimientos ya elaborados, como el basado en el denominado descubrimiento inductivo y autónomo —que conduce a adquisiciones dispersas y anecdóticas (Ausbel, 1978)—. Y se sostiene que el papel del profesor ha de ser el de organizar actividades de aprendizaje y dirigir el trabajo de investigación de los alumnos.
- Este aprendizaje ha de ser organizado como un proceso de cambio conceptual y metodológico, teniendo en cuenta tanto las estructuras conceptuales previas de los alumnos como sus tendencias metodológicas a sacar conclusiones precipitadas a partir de observaciones cualitativas.

En resumen: se preconiza un currículum flexible (tan sólo un «core» habría de ser obligatorio) con predominio de la profundidad sobre la extensión, que valore los aspectos metodológicos junto a la adquisición de un cuerpo coherente de conocimientos. Un currículum que tome la estructura conceptual de los alumnos como punto de partida y que se organice para la consecución de un cambio conceptual y metodológico que se ajuste en cierta medida a las grandes transformaciones o revoluciones científicas.

La elaboración de un currículum concreto ajustado a estos criterios supone ahora establecer en qué debe consistir el «core» obligatorio, sabiendo que necesariamente partes importantes de la materia habrán de quedar fuera del mismo, pero con la posibilidad de que cada profesor haga justificadamente su elección de otros aspectos.

Es preciso insistir en que dicho «core» habrá de incluir explícitamente los aspectos metodológicos considerados imprescindibles, evitando la reducción habitual del currículum a un simple temario. Y es necesario asimismo cuidar la organización del currículum para que, partiendo de las ideas previas de los alumnos, se produzcan unos cambios conceptuales y metodológicos que rehagan en cierta medida el proceso histórico, familiarizando con la metodología científica y conduciendo al propio tiempo a cuerpos coherentes de conocimientos.

CONCLUSIONES

Investigaciones recientes centradas en los errores conceptuales han puesto en evidencia las dificultades en el aprendizaje significativo de conocimientos científicos, dificultades que han sido relacionadas con la existencia de preconcepciones de esquemas conceptuales previos y han conducido a

numerosos autores a proponer una enseñanza concebida como cambio conceptual.

Hemos intentado mostrar que estas dificultades están relacionadas con las que encuentran los alumnos en la resolución de problemas y que ambos hechos exigen plantear el aprendizaje como cambio conceptual y metodológico. Un cambio que presenta para los alumnos dificultades semejantes a las que históricamente se asocian al surgimiento de la ciencia clásica y superación de la física del sentido común. El aprendizaje de las ciencias cobra así un cierto paralelismo con el propio proceso de elaboración de los conocimientos a través de la aplicación de la metodología científica. Se trata de una orientación didáctica que puede dar cuenta de las dificultades encontradas por los alumnos y de los mediocres resultados obtenidos con la enseñanza por transmisión de conocimientos o con la denominada «por descubrimiento inductivo». Y permite además incidir positivamente en dicha situación a través de un trabajo de adecuación del currículum y preparación de materiales que, partiendo de las ideas previas de los alumnos, produzcan unos cambios conceptuales y metodológicos que rehagan en cierta medida el proceso histórico, familiarizándoles con la metodología científica y conduciendo al propio tiempo a la adquisición de cuerpos coherentes de conocimientos.

Referencias bibliográficas

- Calatayud, L.; Gil, D., et Al.: *Trabajos prácticos de física como pequeña investigación*. ICE Universidad de Valencia. 1980. Valencia.
- Carrascosa, J.: «Errores conceptuales en la enseñanza de las ciencias, selección bibliográfica». *Enseñanza de las ciencias*, Vol. 1, 1983, pp. 63-65.
- Carrascosa, J.; Furió, C., y Gil, D.: «Criterios básicos para la elaboración de un currículum de física y química». *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 2, n.º 2, 1984 (en prensa).
- Carrascosa, J., y Gil, D.: «Tiempos de respuesta a cuestionarios sobre preconceptos». *Documento de Trabajo*. ICE Universidad de Valencia. 1984.
- Carrascosa, J., y Gil, D.: «Los errores conceptuales en la enseñanza de la física. I. Un estudio de su persistencia». *Actas de las Primeras Jornadas de Investigación y Renovación de la Física y Química en el BUP y COU*. ICE Universidad de Valencia. Valencia.
- Carrascosa, J.; Gil, D., y González, A.: «Un nou tractament dels errors conceptuals en l'ensenyament de la Física». *Actes de les Primeres Jornades de Recerca Educativa*. Lleida 1982. ICE Universitat Autònoma, Barcelona, 1983, pp. 125-134.
- Fredette, N., y Lochhead, J.: «Students Conceptions of Electric Current. *The Physics Teacher*, Vol. 18, 1980, pp. 194-198.
- Gené, A., y Gil, D.: «Els treballs pràctics de Biologia i el Mètode Científic. I. Constatació d'un fracàs». *Actes de les Primeres Jornades de Recerca Educativa*. Lleida 1982. ICE Universitat Autònoma, Barcelona, 1983.
- Gené, A., y Gil, D.: «Els treballs pràctics de Biologia i el Mètode Científic II. Una proposta basada en l'aprenentatge per descobriment guiat». *Actes de les Primeres Jornades de Recerca Educativa*. Lleida 1982. ICE Universidad Autònoma, Barcelona, 1983, pp. 161-166.
- Gil, D.: «Por unos trabajos prácticos realmente significativos». *Revista de Bachillerato*, Vol. 17 (Suplemento 7), 1980, pp. 54-55.
- Gil, D.: *La investigación en el aula de física y química*. Anaya, Madrid, 1982.
- Gil, D.: «Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias». *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 1, 1983, pp. 26-33.
- Gil, D., y Mtnéz-Torregrosa, J.: «A model for problem-solving in accordance with scientific methodology». *European Journal of Science Education*, Vol. 5, 1983, pp. 447-445.
- Gil, D., y Mtnéz-Torregrosa, J.: «La resolución de problemas de física, un análisis crítico».

- Actas de las Primeras Jornadas de Investigación y Renovación en la didáctica de la Física y Química en BUP y COU.* ICE Universidad de Valencia, 1984. Valencia.
- Gil, D., y Payá, J.: «Los trabajos prácticos en la enseñanza de la física I. Un análisis crítico». *Actas de las Primeras Jornadas de Investigación y Renovación de la física y química en el BUP y COU.* ICE Universidad de Valencia, 1984.
- Gil, D., y Payá, J.: «Los trabajos prácticos en la enseñanza de la física II. Un modelo coherente con la metodología científica». *Actas de las Primeras Jornadas de Investigación y Renovación en la didáctica de la física y química en el BUP y COU.* ICE Universidad de Valencia, 1984. Valencia.
- Gilbert, G. L.: «How do I get the answer?». *Journal of Chemical Education*, 57, pp. 79-81.
- Giordan, A.: «Observations-Experimentation: Mais comment les élèves apprennent-ils?». *Revue Française de Pédagogie*. Vol. 44, 1978, pp. 66-73.
- Hempel, C. G.: *Filosofía de la ciencia natural.* Alianza, Madrid, 1976.
- Keislar, E. R., y Shulman, L. S.: *Learning by Discovery: a critical Appraisal.* R. McNally, Chicago, 1966.
- Krasilchik, M.: «Biology Teaching in Brazil: a case of curricular transformation». *Journal of Biological Education*. Vol. 13, 1979.
- Mettes, C. T. C., et Al.: «Teaching and Learning Problem Solving in Science Parti: A General Strategy». *Journal of Chemical Education*. Vol. 57, 1980, pp. 882-885.
- N.S.T.A.: «National Science Teaching Association, Committee on Curriculum Studies». 1964.
- Osborne, R. J., y Wittrok, M. C.: *Science Education*. Vol. 67, 1983, pp. 489-508.
- Piaget, J.: *Psicología y Pedagogía.* Ariel, Barcelona, 1969.
- Piaget, J.: *La Epistemología Genética.* A. Redondo, Barcelona, 1970.
- Piaget, J.: *Psicología y Epistemología.* Ariel, Barcelona, 1971.
- Posner, G. S.; Strike, K. A.; Kewson, P. W., y Gertzog, W. A.: «Acomodation of scientific conception: towards a theory of conceptual change». *Science Education*. Vol. 66, 1982, pp. 211-227.
- Rachelson, S.: «A Question of Balance: A wholistic View of Scientific Inquiry». *Science Education*. Vol 61, pp. 109-117.
- Solís Villa, R.: «Ideas intuitivas y aprendizaje de las ciencias». *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 2, n.º 2 (en prensa).
- Tall, G.: «British Science Curriculum Projects - How Have They Taken Root in Schools?». *European Journal of Science Education*. Vol. 3, 1981, pp. 7-36.
- Tebbut, M. J.: «Teachers Reaction to the JMB A-Level Physics Core. *Physics Education*. Vol. 16, 1981, pp. 287-290.
- Verna, G. K., y Beard, R. M.: *What is Educatinal Research.* Gower, 1981.
- Yager, R. E., y Kahle, J. B.: «Priorities for Needed Policies and Research in Science Education». *Journal of Research in Science Teaching*. Vol. 19, 1982, pp. 523-530.
- Yager, R. E., y Penick, J. E.: «Analysis of the Cuurent Problems With School Science in the United States of America». *European Journal of Science Education*. Vol. 5, 1983, pp. 463-469.

«Didáctica de las Ciencias Experimentales a nivel EGB-EE.MM.-COU»

F. AGULLO-LOPEZ

Catedrático Departamento de Optica y Estructura de la Materia. Universidad Autónoma de Madrid

1. INTRODUCCION

Se trata de presentar una visión (personal) sobre diversos aspectos de la enseñanza de las Ciencias Naturales, particularmente, la Física, en la enseñanza básica y secundaria, en base a la experiencia recogida en la investigación y en la docencia universitaria.

2. ALGUNOS DEFECTOS OBSERVADOS

- Predominio del carácter formal sobre la comprensión física de los fenómenos. Carencia de experimentación.
- Falta de creatividad. Carencia de imaginación e ingenio. Incapacidad para afrontar cuestiones y situaciones prácticas, aún las más sencillas.
- Falta de conexión entre el estudio y la realidad natural.

3. OBJETIVOS DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES

- Resaltar el carácter experimental de las ciencias naturales.
- Resaltar la unidad de las Ciencias: fronteras cada día más difusas entre Física, Química, Biología, Geología, etc. Potenciar la educación interdisciplinaria.
- Enseñar a observar, así como a ordenar y sistematizar los datos de las observaciones. Encontrar correlaciones y leyes.
- Resaltar el carácter del modelo de las explicaciones y teorías físicas y, en general, científicas. Ilustrarlo con ejemplos concretos.

- Conexión entre la Física (Ciencia) que se estudia y el mundo natural y experiencia cotidiana.

4. METODOLOGIA

Utilización del método experimental, realización de prácticas baratas.

Manejo de tablas y gráficos. Solución de problemas y cuestiones de interés real.

Disminuir el formalismo matemático en la enseñanza, especialmente en los niveles más bajos (incluidos BUP).

Desarrollar programas manejables y razonables. Enseñanza un poco más relajada.

Evitar excesivas reiteraciones entre curso y curso (programas casi idénticos BUP-COU-Universidad).

Utilizar con frecuencia ejemplos de la realidad natural cotidiana.

Material audiovisual, películas, etc.

5. CONTENIDO Y PROGRAMAS

Problema difícil:

- Partir de la comprensión actual de la estructura de la materia y del Universo.

- Evitar cuestiones obsoletas y abstrusas. Incluir temas interdisciplinares.

Se dará como ejemplo un programa de nivel de 1.º de Universidad, pero cuya filosofía es adaptable a niveles inferiores.

6. COMENTARIOS FINALES

No hay panaceas educativas. Énfasis en el esfuerzo personal.

Formación básica en Ciencias Experimentales

Fernando GONZALEZ BERNALDEZ
Catedrático de Ecología.
Universidad Autónoma de Madrid

Demasiado contenido

Una característica de los estudios españoles en comparación con otros países es el número y complejidad de temas, el enciclopedismo de programas y de planes de estudios, al menos «sobre el papel». Recuerdo el asombro que producía el número y variedad de materias de mi expediente académico cada vez que tuve que presentarlo en el extranjero (claro que además había disciplinas como «Religión», «Formación política», «Dibujo», «Idioma», etc.). También he vivido en la Comisión de Convalidaciones los problemas para convalidar estudios universitarios realizados en las más prestigiosas universidades inglesas, pues los especialistas de nuestros Departamentos siempre pensaban que faltaba un número enorme de temas en los programas cursados. Esta tendencia al enciclopedismo me parece que se da en todos los niveles de la Enseñanza. No hace mucho, siendo Coordinador de COU mantuve una lucha (infructuosa) para reducir el número y la complejidad de temas de Biología. También me parece una característica del programa y textos de otros niveles. La extensión enciclopédica es generalmente reflejo de un tipo de educación. Sería necesario abreviar contenidos para tener tiempo suficiente para otros enfoques más lentos.

«Vivir» la ciencia

En general, creo que deberíamos enseñar menos cosas, pero mejor. Es fácil caer en el defecto de enseñar ciencia muerta en vez de ciencia viva. Quiero decir que es importante que los alumnos usen auténticamente y «vivan» los conocimientos en experiencias propias. Ahora se está hablando de la incorporación de los ordenadores, de la informática, a la

escuela, lo que parece de enorme interés. La mejor forma de hacerlo, sería que los alumnos usasen las máquinas *siempre* como medio de resolver y modelizar casos que tengan entre manos. Pueden ser sencillas aplicaciones a experimentos de Física (densidades, mezclas), a la Biología (poblaciones, crecimiento), a la Química (reacciones), a las ciencias humanas, etc. Para «vivir» la ciencia hace falta mucho tiempo. Si experimentamos auténticamente, el programa no puede tener demasiados temas. Pero eso nos hace recordar el célebre proverbio chino. Es más práctico enseñar a pescar a una persona (que aprenda a vivir la ciencia y tener iniciativa y operatividad en ella por medio de algún ejemplo) que darle cada día un pez para que coma (un tema, es decir, miles de temas durante miles de días).

Lógica y modelización

Una habilidad básica en ciencias experimentales, incluyendo las ciencias naturales, es el correcto manejo de cierta *lógica* científica y de medios de expresión. La experiencia indica que hay bastantes estudiantes universitarios que tienen dificultades en esto. Se trata de la correcta, fácil y espontánea utilización e interpretación de gráficos, la aplicación ágil y natural de las matemáticas como vehículo o soporte del pensamiento o de la «modelización» de procesos observados. La incorporación de la informática en forma de aplicación a procesos vividos sería muy importante. Escribir un organigrama de programa (flow chart) correcto presupone un ejercicio de lógica y al mismo tiempo reflexionar sobre la concepción del proceso observado y verificar ésta. Vivir y aplicar las matemáticas es también fundamental. Por medio de aplicaciones a la realidad vivida, a las propias observaciones, el alumno va autodescubriendo la diferencia entre procesos lineales, exponenciales, etc. Por ejemplo, la expresión $dx/dt = K \cdot x$ ó $x_t = x_0 e^{kt}$ modeliza numerosos procesos fácilmente observables en reacciones bioquímicas, crecimiento de poblaciones (cría de animales, crecimientos) etc., y se presta a numerosas reflexiones. Los modelos de «input-output», multiplicando vectores por matrices de transferencia sirven para detallar los modelos anteriores, permitiendo verlos desde otro punto de vista y usar el ordenador para comprender multitud de procesos (demografía, ecología de un acuario, procesos de sedimentación, transferencias de elementos químicos entre compartimentos, etc.). Todo esto, además de lo indicado, requeriría la interacción de asignaturas y la búsqueda de sus relaciones.

«Lecciones de cosas»

En efecto, el contacto directo con la realidad y el autodescubrimiento me parecen grandes olvidados, sacrificados con frecuencia al exacto cumplimiento de prolijos programas. Un paisaje o un entorno cualquiera (urbano, rural, en rigor el patio de la escuela o la calle donde ésta se encuentra) pueden servir de hilo conductor para el descubrimiento activo del tejido de relaciones e interacciones subyacentes (de tipo climático, geológico, histórico, antropológico, etológico, etc.). Las «lecciones de

cosas», activas y actualizadas, pueden volver a usarse para descubrir algo bastante difícil y que requiere madurez: las «relaciones», enriqueciendo constructos y haciendo que tanto enseñantes como enseñados aprendan a valorar, apreciar y —por lo tanto— cuidar su entorno cotidiano.

Actitudes

Además de los aspectos cognitivos, la formación de actitudes es esencial para la ciencia. No es posible la correcta formación en ciencias naturales sino aprovechamos o desarrollamos potencialidades que en todo niño o persona joven existen. Entre ellas destacan la curiosidad, el comportamiento exploratorio, el juego (que son la base del aprendizaje natural) y las relaciones afectivas. Durante algún tiempo he participado en experimentos de búsqueda de centros de curiosidad, interés y afecto, presentes en el medio natural, esforzándome en su aplicación pedagógica. Se trata de un tema crucial, sorprendente y casi desconocido. Los experimentos nos enseñaron que los niños mostraban interés por elementos de un «sendero de la naturaleza» que eran difíciles de prever a priori (sobre todo en el campo de la geología y de la botánica). Una vez identificados podían servir para centrar la observación y el autodescubrimiento, pero ¿cuántas investigaciones sobre la curiosidad, exploración e interés se hacen en pedagogía de la naturaleza en comparación con las que se realizan para el marketing y la publicidad?

Las actitudes y las motivaciones son esenciales en la formación científica. Siempre me ha interesado el tema de la educación que recibieron los científicos españoles creativos, hoy autoridades internacionales, que conozco y cuya biografía he podido seguir a veces con detalle. Asombra muchas veces lo deficiente (o ausente) de las instalaciones, clases, programas, prácticas, etc., de que dispusieron. Al mismo tiempo, constatamos el papel decisivo que han tenido sus motivaciones y entusiasmo. ¿Será cierto que «todo lo que se le enseña a un niño, se está impidiendo que lo invente»?

LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS.

Mesa redonda de alumnos

Comunicación - alumnas de 3.º de BUP.

Un alto porcentaje de las alumnas encuestadas combinan en la enseñanza: la aplicación práctica con el método experimental. Esto es lógico, ya que las «ciencias» son, según señala la Filosofía, uno de los saberes que se encuentra dentro de la rama experimental, es decir, se basa en la comprobación de sus propuestas.

Sin embargo, en la mayoría de los casos, un alumno ha entrado en un laboratorio no más de dos o tres veces a lo largo de toda su vida escolar, y

en estos casos, es el profesor quien realiza las experiencias, mientras el alumno se limita a observar, con lo cual esta clase que en un principio, se pensaba que iba a ser práctica queda reducida de nuevo a una mera clase teórica.

Reconocemos la necesidad de la existencia de las clases teóricas y en parte memorísticas, con el objeto de unir la práctica con los conocimientos adquiridos, con lo que se conseguirá un mayor aprendizaje.

En cuanto al funcionamiento del curso, apreciamos un deseo por parte de las alumnas de una mayor compenetración con el profesor. También se busca una igualdad en la calidad de la enseñanza para todo el alumnado en el seguimiento de un plan general para todos, de forma que sirva como guión para el transcurso de las clases, acoplándolo de manera que resulte más cómodo para el profesor en función también de los alumnos.

Se debe dar libertad a cada grupo para que enfoque la asignatura en la forma que mejor haga llegar al conocimiento y aprendizaje. Este enfoque debe ajustarse a un programa general, para no dar lugar a grandes diferencias de unos cursos a otros.

Para poder llegar a esta estrecha relación entre el profesor y sus alumnos, ha de ser posible la participación de éstos, es decir, originar la iniciativa personal, con lo que se consigue que el alumno se interese más por la asignatura.

UTILIDAD DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS

Existe una gran diferencia de opinión entre los alumnos que han escogido una u otra rama (ciencias o letras). Los pertenecientes a letras tan sólo encuentran alguna utilidad de sus estudios de ciencias, en su formación general, incluso hay quien asegura no obtener ningún beneficio de dichos estudios, lo cual está en íntima relación con la necesidad de un tipo de enseñanza distinta, ya que en muchos casos no se recuerdan más que anécdotas referentes al profesor y algunos conocimientos sueltos sin ninguna aplicación práctica.

Sin embargo, el grupo de ciencias, como es lógico, al tener su vida enfocada desde el punto de vista científico, encuentra una mayor utilidad de sus estudios, aunque existe un gran descontento, ya que se carece casi totalmente de una experiencia práctica, con lo que se viven las ciencias como algo abstracto, no real.

ELECCION POSTERIOR

El 100 por 100 de las alumnas encuestadas han respondido a la cuestión de si condiciona la enseñanza y el profesor la elección posterior de estudios o en el trabajo, que SI, ya que el profesor o un determinado sistema de estudios puede llegar a hacer que un alumno aborrezca una asignatura, por la que en un primer momento sentía interés. También

influye en dicha elección el medio social y familiar en el que se mueve el alumno, y sus propias inclinaciones.

DEFICIENCIAS

La primera deficiencia de la enseñanza de las ciencias se encuentra en la escasa aplicación de los conocimientos adquiridos teóricamente, colocando una barrera teorico-práctica prácticamente infranqueable, ni siquiera por iniciativa personal, ya que se carece totalmente de conocimientos suficientes y de medios para poder llevar a cabo este tipo de actividad. Esto es debido a que la enseñanza actual utiliza sobre todo métodos teóricos y memorísticos, con lo que no se produce ninguna iniciativa personal.

En ocasiones si se cuenta con los medios, pero no se pueden utilizar por motivos burocráticos del centro. Sin embargo, pensamos que una de las causas por las que se utiliza más el método de enseñanza teórico, es precisamente la carencia de material escolar adecuado para estos estudios, ya que resulta bastante costoso.

SISTEMA IDEAL DE ESTUDIOS

En nuestra opinión, la solución a este problema estaría en la creación de unos cursos paralelos a la enseñanza oficial, en los cuales el alumno pudiera desarrollar sus inquietudes, tanto de ciencias como de letras, es decir, se seguiría un sistema de enseñanza básico y general, dentro del curso oficial, el cual sería obligatorio para todo el alumnado. Este tipo de enseñanza continuaría hasta la entrada en la Universidad, donde la especialidad quedará claramente definida. Por otra parte, existirá un curso paralelo e integrado en el plan de estudios seguido por todo el alumnado, pero que tendrá naturaleza optativa, de modo que el alumno se sienta cómodo trabajando sobre aquellas materias que le interesan verdaderamente, sin ninguna presión exterior.

La creación de esta actividad deberá producirse a partir de la iniciación de la segunda etapa de E.G.B., es decir, desde los once o doce años, edad en la que ya se manifiestan las tendencias a unos u otros campos.

Esto supone la dotación de material suficiente a todos los centros docentes, tanto estatales como privados.

Ana González Santis
Laura Cruz Osorio
Alumnas de 3.º de BUP

Resultados de la encuesta realizada en el simposio «La nueva enseñanza de las ciencias experimentales». (N = 117).

Datos de los participantes

Pertencen a un cuerpo docente	100
No pertenecen	16
Pertencen a un cuerpo no docente	1
— Nivel educativo en el que ejercen:	
Educación Básica	18
Bachillerato	47
Formación Profesional	21
Escuela Universitaria	30

Documentación

— En cantidad:	
Suficiente	87
Escasa	27
Excesiva	1
— En calidad:	
Muy satisfactoria	5
Satisfactoria	90
Poco satisfactoria	17

Horario de trabajo

Excesivo	40
Adecuado	73
Insuficiente	1

Duración

Excesiva	11
Adecuada	95
Insuficiente	9

Tiempo de coloquios

Excesivo	3
Adecuado	81
Insuficiente	31

Selección del programa

Interesante	46
Aceptable	57
Poco interesante	10

Calidad general de las ponencias

Alta	35
Media	70
Baja	11

Unificación de niveles y asignaturas de Ciencias

Interesante	94
Aceptable	16
Poco interesante	7

Posible inclusión de matemática y tecnología

Sí	75
No	31
Ocasionalmente	3

Formas de conexión entre los grupos de trabajo (1)

Reuniones de representantes	71
Información particular	28
Asociaciones, revistas	47
Congresos generales	41
No es necesario	0

Formación continua del profesorado

— Obligatoria	70
— Voluntaria	40
Mediante (1)	
— Cursos	73
— Trabajos de equipo	95
Estimulada por: (1)	
— Títulos académicos	14
— Puntuación administrativa	30
— Aumento económico	37
— Disminución de horario	85

(1) Los totales no corresponden a las 117 encuestas, pues se han contabilizado las dos primeras opciones elegidas.

Grupos de trabajo de Ciencias, representados en el simposio «La nueva enseñanza de las Ciencias Experimentales»

GRUPO: SEMINARIO PERMANENTE RENOVACION PEDAGOGICA DE ALMERIA. CIENCIAS.

DIRECCION: Carlos San Pedro Villasán, C/ Calzada de Castro, 52-2.º.
ALMERIA.

COMPONENTES: Alrededor de 70 personas, incluyendo 8 Departamentos o Seminarios.

LINEAS DE TRABAJO: Según consta en proyecto enviado a la C.E. de la Junta de Andalucía, de la que se ha recibido una ayuda inicial de 75.000 pesetas son:

- a) Potenciar y apoyar los trabajos de investigación que, en el campo de la renovación pedagógica, se estén realizando en Almería y provincia.
- b) Crear entre el profesorado un ambiente propicio para la iniciación de experiencias o ensayos que supongan una renovación en cualquiera de los múltiples aspectos que se puedan considerar en la actividad docente.
- c) Crear una red de comunicación e intercambio de ideas y experiencias entre el profesorado de la provincia de Almería más interesado en la renovación pedagógica.

Este S.P. trabaja en estrecha relación con otro, «ACTUALIZACION Y PERFECCIONAMIENTO DEL PROFESORADO», contando entre sus miembros a profesores de EGB, BUP, FP y alguno de E.U. Formación del Profesorado. Las actividades a realizar se programan en reuniones generales que se realizan con periodicidad aproximadamente mensual.

«GRUPO RUTHERFORD»

COMPONENTES:

- M.^a Margarita González Ortiz (Física y Química). I.B. «Alonso Sánchez», HUELVA.
- Carlos Gentil González (Física y Química). I.B. «Santa M.^a Rosario», CADIZ.
- Juan Ramón Martínez Álvarez (Física y Química). I.B. «Alonso Sánchez», HUELVA.
- M.^a Rosario Sánchez López (Física y Química). I.B. «Santa M.^a Rosario», CADIZ.
- Alfonso M.^a Redondo García (Químico), HUELVA.

RESPONSABLE: M.^a Margarita González Ortiz, Plaza de América, s/n. Bloque Bahamas, 10.º dcha. HUELVA. Teléf. 955/22 64 69.

DIRECCION DEL GRUPO: Apartado 1038. HUELVA.

LINEAS DE TRABAJO: Este curso 83/84 hemos constituido el grupo y presentado a la Junta de Andalucía un proyecto de experimentación con el título: «Enseñanza de la Física y Química en 2.º de BUP, a través de la metodología científica» que ha sido aprobado y estamos llevando a cabo.

Tratamos de conseguir con ello:

- Un mejor rendimiento.
- Un mayor contacto con el entorno.
- La adquisición de hábitos de trabajo intelectual.
- Una cultura y metodología científica.

Procedemos en las etapas siguientes:

- Datos de la situación del alumnado (tests y fichas).
- Desarrollo de la programación que gira en torno a Mecánica, Electricidad y Química Básica, siguiendo la metodología activa y científica, introduciendo en los temas todo tipo de actividades como discusiones, lecturas, problemas elaborados por ellos, pruebas objetivas, exámenes y naturalmente el trabajo de laboratorio.
- Proceso de evaluación de todas las actividades mencionadas, buscando criterios lo más unificados y amplios posible.

GRUPO: SEMINARIO DE DIDACTICA DE LAS CIENCIAS NATURALES, DE SEVILLA

DIRECCION: Rafael Porlán Ariza, Andalucía Residencial, Bloque 2-1.º B (Sevilla-Este). SEVILLA-16.

COMPONENTES: Rafael Porlán Ariza, Pedro Cañal de León, José Eduardo García.

LINEAS DE TRABAJO: Autores Libro «Ecología y Escuela» (Laia Ed.).

- Didáctica educación ambiental.

- Didáctica educación sexual.
- Procesos investigación en los niños.
- Procesos investigación alumnos de Magisterio.

GRUPO: SEMINARIO PERMANENTE DE PROFESORES DE C.N. DE F.P., INTEGRADO EN LA COORDINADORA DE ENSEÑANTES DE ASTURIAS

DIRECCION: Plaza de Riego, 2 - 2.º D. OVIEDO 3

COMPONENTES: Participan de manera regular (de un colectivo de 14 profesores):

M.ª del Carmen Luisa Arias y José Manuel de Soto (Instituto de F.P. de Gijón).

Pilar García y Marta de la Hoz (Instituto Politécnico de F.P. de Gijón).

Matilde Escobar y José Luis Busto (Instituto Politécnico de F.P. de Oviedo).

Begoña Díaz y M.ª Victoria Alonso (Instituto Politécnico de F.P. de Avilés).

Conchita Suárez (Instituto de F.P. de Avilés).

La coordinación del Seminario la ejerce: Pilar García García, C/ Marqués de San Esteban, 4 - 7.º D. GIJON-6

Fecha de comienzo: 1980.

LINEAS DE TRABAJO

- Ciencias naturales en F.P. 1.º y 2.º grado.
- Estudio del entorno-Estudio de ecosistemas (bosque, río, ciudad).
- Integración de las ciencias naturales con la realidad.

GRUPO DE TRABAJO DE FISICA Y QUIMICA: COORDINADORA DE ENSEÑANTES DE ASTURIAS

COMPONENTES: Isabel Moro Rodríguez, Dolores Guerra, Juan Ramón Marina Espina, Manuel Angel Pérez Vega, Josefina Barandiarán Piedra, María Teresa Muñiz Ramos, Jorge Rodríguez Montero, José Manuel Barcia Fernández, Germán Lorenzo, Carlos Martínez Miranda.

RESPONSABLE: Josefina Barandiarán Piedra, I.F.P. de Avilés. Los Carbayedos, s/n. VALLINIELLO-Avilés (Asturias). Teléf. 54 87 11 y 51 00 18 (particular).

LINEAS DE TRABAJO: Nuestro grupo comenzó a trabajar en febrero de este año y nuestro objetivo principal es perfilar el papel que debe jugar la enseñanza de la Física y Química en el futuro Bachillerato General.

Para ello nos hemos trazado la siguiente línea de trabajo:

1. Análisis del papel que la Física y la Química ha desempeñado en los últimos años en la F.P. 1.

2. Cómo deberá entenderse la enseñanza de la Física y la Química en el Bachillerato General.
3. Objetivos a conseguir por los alumnos al terminar este ciclo educativo.
4. Elaboración de un modelo de programación de esta asignatura.

Dado el poco tiempo que lleva nuestro grupo funcionando, el trabajo que hemos desarrollado ha consistido en analizar la contribución de la enseñanza de nuestra asignatura en la formación integral de los alumnos de F.P. 1. Con este fin hemos confeccionado una encuesta destinada a los alumnos que cursan actualmente F.P. 2 para que sus opiniones constituyan un elemento de trabajo en este análisis que estamos realizando. En este momento estamos valorando y analizando los resultados de esta encuesta que han respondido alumnos de nueve centros de Formación Profesional de Asturias.

Paralelamente en estos centros estamos recogiendo datos relacionados con el número de alumnos que han superado la evaluación de la asignatura en junio y septiembre de los tres últimos cursos. De esta forma queremos estudiar la incidencia de la Física y Química en el fracaso de la F.P. 1.

En un intento de definir qué debe ser la enseñanza de la Física y Química en el Bachillerato General, en nuestras reflexiones hemos llegado a la formulación de una serie de puntos:

- Más que tender a dar a los alumnos una serie de conocimientos e información sobre las diferentes partes de la asignatura, debemos intentar desarrollar en ellos una serie de capacidades, habilidades y actitudes.
- Es imprescindible tener en cuenta el nivel de desarrollo intelectual de los alumnos de 14-16 años, que aún no han llegado a la etapa del pensamiento formal y a los que no se les puede exigir un nivel de abstracción y razonamiento lógico formal como el que requieren los actuales programas. Pensamos más bien que esta disciplina ha de contribuir a este desarrollo intelectual del alumnado y ayudarle por tanto a pasar del estado de las operaciones concretas al de las operaciones formales.
- Debe intentarse dar a los alumnos una visión integradora de las distintas disciplinas y por eso creemos necesario una coordinación lo más estrecha posible entre ellas, principalmente con las más afines y sobre todo, con las correspondientes al área tecnológico-práctica.
- Como elemento motivador para los alumnos pensamos que toda programación debería incluir actividades de divulgación científica como comentarios de artículos de periódicos y revistas, documentales, películas, conferencias, etc., que acerquen al alumno a los grandes avances de la Ciencia y la Técnica actuales.

Las ideas que hemos expuesto de forma general intentamos concretarlas en un modelo de programación que incluya:

1. Los objetivos específicos de la asignatura que desarrollen los objeti-

- vos generales del Bachillerato General propuestos por el MEC en el documento «Hacia la Reforma».
2. Los contenidos agrupados en bloques temáticos que puedan ayudar a la consecución de dichos objetivos.
 3. La metodología a seguir, que deberá ser una metodología activa en la que el propio alumno sea el protagonista del proceso de aprendizaje y la función del profesor sea la de orientar y dirigir ese proceso.
 4. Sistemas de recuperación que faciliten que todos los alumnos vayan alcanzando los objetivos mínimos según las posibilidades de cada uno.

GRUPO: «FERRE» DE CIENCIAS NATURALES

DIRECCION: Avda. Torcuato Fernández Miranda, 46 - 2.º D. Gijón, ASTURIAS. Teléf. 37 37 68.

COMPONENTES DEL GRUPO: José Luis Quiroga de la Vega, Carmen Sánchez Alvarez, Jesús Fernández Estrada (coordinador).

LINEAS DE TRABAJO: Desarrollar un «currículum» renovado de las ciencias naturales del bachillerato que se pueda en la práctica impartir mediante una metodología activa.

- Intercambiar experiencias y material con otros grupos que trabajen en la misma línea.
- Realización de reuniones y trabajos monográficos concretos con otros enseñantes de ciencias experimentales.

GRUPO: SODIAC. Canaria. Sociedad para la Didáctica Integrada y Activa de la Ciencia.

DIRECCION: CPA Ramírez Bethencourt, Miller Bajo-Las Palmas, 14; o SODIAC. Apartado de Correos 500, Las Palmas de Gran Canaria.

COMPONENTES: 130 profesores. Coordinador: Ginés Delgado Cejudo.

LINEAS DE TRABAJO: Surge como un proyecto de armonizar los planteamientos teóricos de la didáctica de las ciencias con la realidad de las aulas en la 2.ª etapa de EGB.

Fines: Elevar y actualizar el nivel profesional y pedagógico de los profesores de ciencias, impulsar el desarrollo de investigaciones didácticas, conectar profesores de ciencias, organizar cursos, seminarios permanentes, conferencias, etc., para conseguir los fines anteriores. Desde el año 1977 se han realizado estudios de los programas de ciencias, elaborando unidades didácticas, con actividades, contenidos y metodología adecuada que se han experimentado anteriormente, dando origen a un taller de diseño y elaboración de material. En el curso 1983-84 existen ya tres seminarios permanentes en los que se encuentran integrados 29 Centros en Gran Canaria y 7 en Lanzarote.

Uno de los días se consiguió que aquellos grupos que querían hacer alguna comunicación dispusieran de unos siete minutos para ello.

SODIAC intervino en esa comunicación dando una ligera visión de su historia, basada en el dossier contenido en el N.º 0 de nuestro boletín.

Se pasó posteriormente a exponer las diferentes líneas de trabajo que las clasificamos en tres partes:

a) Investigación

Se trata en esta línea de elaborar nuevos temas, así como diseñar y construir material didáctico adecuado para impartir a nuestros alumnos los temas previstos.

b) Divulgación

En las vertientes tanto de divulgación presencial en las reuniones que mantienen los diferentes grupos de trabajo como a través del Boletín para aquellas personas que no pueden asistir a las reuniones periódicas.

c) Organización

La coordinación de las diferentes tareas anteriores exige la necesidad de un sistema organizativo que permita la coordinación de los diferentes trabajos, haga posible la elaboración y distribución del Boletín, impresión de los materiales de trabajo, etc.

Pasamos a continuación a mostrar nuestra línea de trabajo basada no ya en conseguir alumnos críticos, sino en alumnos objetiva y científicamente críticos. Entendemos que las Ciencias de la Naturaleza ofrecen una gran variedad de actividades que permitan ir formando a nuestros alumnos con este objetivo.

Mostramos a continuación nuestra esperanza y nuestra preocupación ante los nuevos programas en Ciencias de la Naturaleza, ya que, si bien se observa que se siente necesidad de modificarlos nos tememos que ocurra una vez más lo de siempre... se detectan los problemas, todos estamos de acuerdo en lo que no debe hacerse, pero al plasmarlos en las realidades concretas de aula, nos tememos que poco van a modificar la conducta del profesor ante el alumno.

Propusimos a continuación que se diera prioridad al término aprendizaje frente al de enseñanza, pues de esta forma pasa de ser el profesor a ser el alumno el elemento más importante en el proceso educativo y el profesor el medio y no el fin en sí mismo.

Finalmente mostramos nuestra preocupación por la materialización de estos programas, pues, si ocurre como en casos anteriores, dos son las posibilidades o que los programas sean unas simples orientaciones, y se queden en eso, sin documentos de apoyo ni oferta de una gran variedad de actividades sugeridas que le puedan servir al profesor para desarrollar sus tareas docentes o que sean unos programas tan cerrados que conviertan al

profesor en un mero ejecutor, impidiéndosele desarrollar su capacidad en el diseño de diferentes actividades que irían enriqueciendo el sistema educativo.

Ante esa preocupación entendíamos que las directrices del MEC debían ser sobre objetivos realmente mínimos y comunes, no centrados en torno a temas que ofertan las diferentes disciplinas universitarias (calor, electricidad, óptica, mecánica, química, etc.), sino a satisfacer adecuadamente los procesos madurativos que se manifiestan en los diferentes estadios. En este caso los temas se convertirían en un recurso didáctico, un medio en el que buscar actividades adecuadas a la etapa madurativa del alumno y en ningún caso un objetivo de aprendizaje en sí mismo de sus contenidos.

Nuestras conclusiones

- 1.º Se detectan los mismos problemas educativos que en el año 1970 (Ley Villar).
- 2.º Se tiene muy claro lo que no se debe hacer (libro blanco de educación), pero a nuestro juicio no demasiado claro lo que sí se debe hacer.
- 3.º Se pretende un cambio cuantitativo, pero no cualitativo. Se opta por suprimir contenidos cuando a nuestro juicio lo que hay que cambiar es la concepción de los objetivos de aprendizaje acordes con las diferentes etapas madurativas.
- 4.º El profesor debe conocer profundamente las diferentes disciplinas del saber, pero no para enseñar su contenido, sino para buscar en ellas actividades adecuadas y rigurosas que favorezcan el normal desarrollo de las diferentes etapas madurativas del alumno.

GRUPO: TALLER «LEONARDO DA VINCI». CANTABRIA

DIRECCION: C/ Nicolás Salmerón, 8 - 1.º B. SANTANDER. Teléf. 942/31 07 21 y 942/60 43 28.

COMPONENTES DEL GRUPO Y COORDINADOR: José Ignacio Flor Pérez, José Alba Quintana.

LINEAS DE TRABAJO: Estamos desarrollando dos objetivos fundamentalmente, que son:

- I) Estudio del aprovechamiento didáctico de las energías alternativas.
- II) Estudio e investigación sobre la didáctica de las Ciencias.

Damos la Física y la Química a base de presentar una información mínima mediante una experiencia y a continuación los grupos de alumnos deben de construir diversos aparatos que resuelvan problemas planteados. Estos aparatos deben ser inventados o reinventados por el grupo, diseñados y contruidos por ellos, utilizando para ello materiales de desecho «La Ciencia de las Basuras».

Esta es la parte motivadora, si bien la reflexión posterior con los aparatos nos lleva al interior de los conocimientos científicos.

Hemos diseñado y parece se construirá pronto nuestro marco ideal para llevar a cabo este trabajo. «La cabaña de la Ciencia».

GRUPO: SEMINARIO DE DIDACTICA DE LAS CIENCIAS «BLANQUERNA»

DIRECCION: Marqués de Sta. Anna, 7. BARCELONA-23. Teléf. 237 71 80.

COMPONENTES: Montserrat Calpe, Carme Campdelacreu, Montserrat Cavaller, Pepita Corominas, Rosa Dalmau, Pilar Ferreiros (coordinadora), Miguel Grampera, Pietat Marquilles, José M.^a Moreno, Rosa M.^a Piquer, M.^a Josep Roca, Arcadi Tarrida.

Este grupo inició su trabajo en el curso 78/79 y durante sus 6 años de funcionamiento permanente ha trabajado con asiduidad en el campo de didáctica de las ciencias en sesiones de 4 horas semanales.

El objetivo fundamental del seminario es reflexionar sobre las nuevas corrientes de enseñanza de las ciencias con el fin de promover la renovación de la práctica didáctica en este campo, a través de la formación del profesorado en ejercicio.

La tarea del seminario se proyecta en diversas actividades:

- Aplicar en escuelas de EGB las directrices del seminario.
- Crear un centro de recursos al servicio de maestros en ejercicio.
- Organizar cursos de formación del profesorado en el marco de «L'escola d'Estiu - BLANQUERNA».
- Responder a inquietudes y demandas sociales provenientes de organismos públicos y privados.

TRABAJOS REALIZADOS EN EL CURSO 83/84:

- Proyecto de aplicación de unidades didácticas integradas (naturales-sociales) en el ciclo medio en el marco de un curso intensivo sobre la implantación de dicho ciclo en las escuelas.
- Estudio y reflexión sobre la introducción de nuevos contenidos y actitudes en la estructura curricular del ciclo medio: educación sanitaria, cívica y ambiental.
- Alternativas de dinamización del ciclo medio desde el área de experiencias: aplicación de la organización de grupos flexibles cara a una mayor atención a alumnos con dificultades especiales en las materias instrumentales básicas.
- Elaboración de recursos y medios (guías, itinerarios, talleres...) para poner en funcionamiento un «centre de natura» situado en Colce-rola, Barcelona.

GRUPO: SEMINARIO PERMANENTE DE CIENCIAS NATURALES. ICE DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BARCELONA

COORDINADORES: Neus Llovera Vidal. Travesera de las Corts, 161. Barcelona, 28. Pilar Sesé Muniategui, C/ Villarroel, 217. Barcelona-36.

Participan unos 150 profesores, en su mayoría de Ciencias Naturales de BUP.

DIRECCION: ICE U. Autónoma de Barcelona. Bellaterra. Barcelona, Teléf. 692 02 00 y 692 11 66.

LINEAS DE TRABAJO: El Seminario permanente realiza, entre otras, las siguientes actividades:

- Organización y realización de mesas redondas, donde se exponen diferentes experiencias del profesorado de Ciencias Naturales, y donde se da el intercambio del material de prácticas, etc., que se haya utilizado en cada práctica con los alumnos.
- Cursos de Reciclaje del profesorado, con salidas al campo para mejor conocimiento del entorno geológico, ecológico y botánico.
- También se hacen salidas al campo con un cariz eminentemente didáctico que se realizan a nivel geológico, ecológico y botánico.
- Actualmente se trabaja en un estudio comparado de los programas de Ciencias Naturales a nivel de Enseñanza General Básica y Bachillerato en Francia, Alemania, Bélgica, Suiza, Italia, Inglaterra y América.

GRUPO: TALLER DE CIENCIAS «GALILEO»

DIRECCION: Taller de Ciencias «Galileo». Passeig de Sant Gervasi, 20. Barcelona-22 Teléf. 93/212 71 59.

NOMBRE DE LOS INTEGRANTES DEL GRUPO: Eduardo Averbuj, Mercé Quintana, Daniel Grinberg, Pilar Martín, Ecio Bertelotti, Osvaldo Romero, Claudio Averbuj, Montse Benlloch.

NIVEL EDUCATIVO: EGB, BUP, FP.

PROYECTOS ACTUALES DEL EQUIPO: El taller Galileo forma parte, junto con los demás talleres de ciencias de España, del proyecto, taller de ciencias, en colaboración con la UNESCO, destinado a elaborar material didáctico y propuestas pedagógicas para el proyecto piloto de formación del profesorado de ciencias, que lleva a cabo esta entidad internacional.

Estas propuestas (varias de ellas publicadas en el año 83/84: *Naturalia* 6.º, *Naturalia* 7.º, *Naturalia* 8.º - Edit. Barcaovi) han surgido de una indagación psicopedagógica acerca del aprendizaje de las ciencias, sobre todo, en el ciclo superior de EGB. En ellas se pone énfasis, tanto en los contenidos curriculares como en el espíritu que se pretende comenzar a formar.

Son proyectos enmarcados en un estilo lúdico, experimental y utilizando materiales de desecho que tienden a que —mediante la ciencia— los niños descubran el placer de pensar y usar su inteligencia.

GRUPO: GLOBALIZACION E INTERDISCIPLINARIDAD

DIRECCION: Escuela Universitaria del Profesorado de EGB. Melchors de Palau, 140. BARCELONA-14.

COMPONENTES: Magdalena Fernández, José M.º Girones, Francisco Invernón, Mercedes Molleda, Rosa M.ª Postigo, Amparo Queralt, Emma Sainz-Amor (Coordinadora).

LINEAS DE TRABAJO: Globalización e Interdisciplinaridad en los ciclos inicial, medio y superior de la EGB.

Globalizar quiere decir no romper la unidad de los hechos, no hacer compartimentos estanco, ni subdividir la realidad en disciplinas, ya que la naturaleza psicológica del niño no le permite entender esta compartimentalización. Hasta cierta edad, para el niño, todo es un cuerpo coherente. Desde el nacimiento, el niño ve su entorno como un todo y es posteriormente, a partir del desarrollo y la maduración de su inteligencia que irá asimilando las diferencias que le permitirán una profundización y perfeccionamiento del conocimiento.

Este proceso de globalización e interdisciplinariedad se hace con la finalidad de proporcionar al niño unos instrumentos que le permitan desarrollar un espíritu crítico.

Si hemos de enseñar a los alumnos de las escuelas Universitarias del Profesorado de EGB a estructurar y transmitir los contenidos de forma globalizadora e interdisciplinaria, nos hemos de plantear, practicar y experimentar estas técnicas pedagógicas y no tan sólo explicarlas como acostumbra a hacerse actualmente.

Por este motivo proponemos la existencia de talleres globalizadores en los primeros cursos de la carrera de maestro e interdisciplinarios en el último curso, es decir, en este caso talleres de especialidad entre asignaturas afines.

GRUPO: «IODE»

DIRECCION: P. de Sant Gervasi, 58 - 3.º. Telef. 93/247 86 89. BARCELONA-22.

COMPONENTES: Profesores de Física y Química pertenecientes a diferentes niveles educativos: EGB, BUP, FP, COU y Universidad. Coordinación: M.ª Teresa Escalas Tramullas y Anna Llitjós Viza, profesoras de la Universidad Autónoma de Barcelona.

LINEAS DE TRABAJO: El grupo «Iode» surgió a partir del intercam-

bio de material y de experiencias entre profesores de Física y Química de los distintos niveles educativos.

La finalidad prioritaria consiste en poner a punto programaciones y metodologías que permitan integrar el estudio de las ciencias experimentales al medio inmediato al alumnado. El proceso seguido se puede considerar bajo tres aspectos:

1. Consideración de las tendencias de la pedagogía de la Física y de la Química y su adaptación a las necesidades reales.
 - 1.1. Análisis de los programas a nivel de contenidos, ejercicios, problemas, prácticas y otras actividades propuestas, así como de la metodología aplicada en su desarrollo.
2. Propuestas sobre nuevas programaciones a partir de los análisis anteriores y de la experiencia personal de los miembros del grupo, todos profesores en activo.
 - 2.1. Selección entre diferentes modelos de metodología y técnicas empleadas o descritas y puesta a punto de las mismas.
 - 2.2. Preparación de material didáctico de utilidad para su aplicación en los centros correspondientes, teniendo en cuenta que los trabajos experimentales han de poder realizarse con reactivos caseros y muy asequibles y utillaje sencillo.
3. Aplicación de las propuestas pedagógicas y del material elaborado en la actividad docente, adaptado a los diferentes niveles y situaciones.
 - 3.1. Comprobación y discusión de la validez de la metodología utilizada y de cada técnica en particular: adecuación de los objetivos, simplicidad, condiciones de seguridad, valor didáctico...
 - 3.2. Reconsideración de las propuestas a partir de los resultados obtenidos.

Existe la preocupación por nuestra parte de dar a conocer los estudios realizados y en esta línea valoramos positivamente la participación en cursos de reciclaje para enseñantes en activo y en la formación de maestros.

El grupo «Iode» está abierto a todos los enseñantes interesados en trabajar en la integración de las programaciones de Física y Química al medio próximo al alumnado.

GRUPO: RECERCA-FARADAY

ICE de la U.A. de Barcelona. Colegio de Licenciados de Catalunya.

DIRECCION: Centro Didáctico de Ciencias Experimentales. C/ Sagristans, 3 pral. 2.ª BARCELONA-2.

COMPONENTES: Eulalia Albaladejo, Aureli Caamaño, Gloria Maestre, Conxita Mayos, Esteban Pérez-Rendón, Tere Ventura, Damià Obach.
Coordinador: Aureli Caamaño (Teléf. 255 18 62).

LINEAS DE TRABAJO: Nivel BUP, COU.

Completar la programación del proyecto en la parte de física. Adaptar y experimentar el «Project Physics» (de Holton et al.) a la programación de física de nuestro bachillerato. Divulgar y confrontar el trabajo realizado a través de cursos y seminarios.

PUBLICACIONES: Proyecto Faraday (Física y Química para el Bachillerato): guía general y 10 unidades didácticas (guía del alumno y guía del profesor) de Química (en castellano y catalán). ICE de la U.A. de Barcelona.

Artículos en Cuadernos de Pedagogía, n.º 67-68 (julio, 1980), n.º 78 (junio, 1981), n.º 90 (junio, 1982), n.º 102 (junio, 1983).

Comunicaciones en los siguientes simposios: Didáctica de la Física y la Química, INCIE (Madrid, 1978); Historia de la ciencia y la enseñanza (Valencia, 1980); Investigación e innovación didáctica (Valencia, 1982).

GRUPO: ROSA SENSAT: LES CIENCIES AL CICLE SUPERIOR DE EGB

DIRECCION: C/ Córcega, 271. BARCELONA. Teléf. 237 07 01.

COMPONENTES DEL GRUPO Y COORDINADOR: Jordi Roig, Nuria Boixaderas, Teresa Correig, Rosa M.ª Pujol, Eulalia Sellares, Carme Tomas (Coordinador).

LINEAS DE TRABAJO:

1. Reflexionar sobre el papel que corresponde al área de Ciencias en la formación integral de los alumnos durante el ciclo superior.
2. Plantearse de forma interdisciplinar la programación de actividades y objetivos del área de Ciencias, con el fin de facilitar una forma integrada de análisis del entorno, que fomente actitudes y conductas racionales hacia uno mismo, la colectividad y el entorno.
3. Concretar todo ello en unos materiales, que previa experimentación, sean generalizables a una amplia gama de escuelas (adaptándolos a sus peculiaridades).

GRUPO: SEMINARIO PERMANENTE DE C. NATURALES DEL ICE DE LA UNIVERSIDAD DE LEON

DIRECCION: ICE de la Universidad de León. Teléfono 21 18 11. Jardín de San Francisco. Esc. de Empresariales.

COMPONENTES: Profesores de FP, BUP y Licenciados que no ejercen.

COORDINADOR: Jesús Novo Rodríguez, profesor Ciencias Naturales, I.B. A. García Bellido. LEON. Teléf. 231 71 48.

LINEAS DE TRABAJO:

- Elaboración de itinerarios didácticos.
- Elaboración de material de tipo práctico a nivel de 1.º de BUP.
- Seguimiento reforma E. Medias.
- Revisión programaciones BUP.

GRUPO DE TRABAJO DE CIENCIAS EXPERIMENTALES (SALAMANCA)

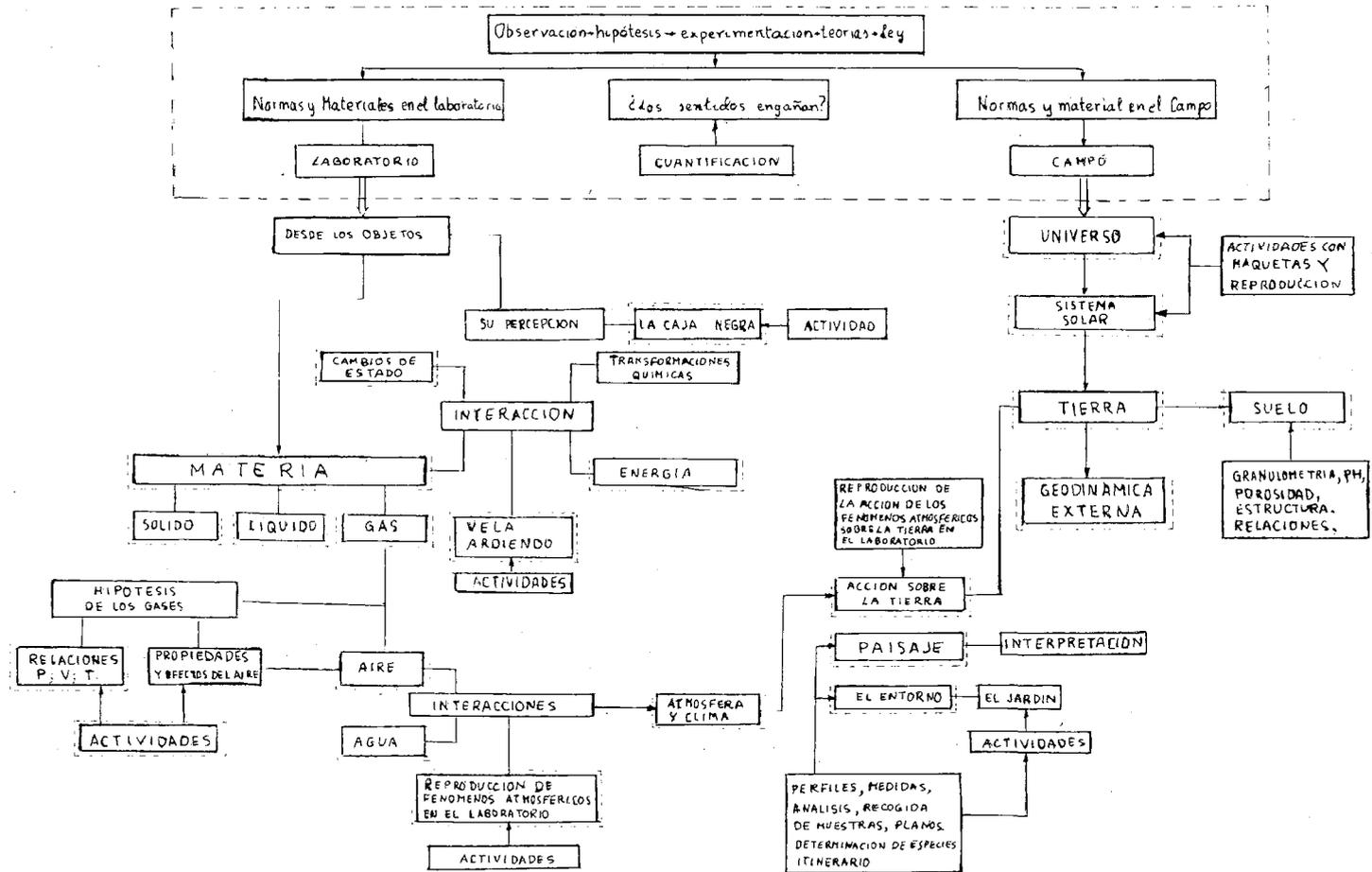
COMPONENTES: José García Gomáriz, Juan Manuel Hernández Marcos, José Manuel Fernández Sáez, Mariano Martín, Benjamín Egido Vicente, Martín Mateos Vázquez.

DIRECCION: José García Gomáriz y Juan Manuel Hernández Marcos. Instituto Politécnico «García Bernalt», de Salamanca. C/ Colombia, s/n.

OBJETIVOS: Hacer una Ciencia combinada de Ciencias de la Naturaleza-Física-Química, coordinando la *metodología activa* (utilizando una ciencia recreativa) con los contenidos específicos de las asignaturas, buscando modelos de la vida cotidiana y real que rodea al alumno.

Diseñar una estructura de dicha ciencia combinada de tal manera que se siga en ella el proceso científico.

LINEA DE TRABAJO: En el esquema adjunto se indica la línea de trabajo establecida para el estudio, con los grandes bloques de contenidos y los objetivos que se alcanzan. Por ejemplo, tomando como modelo de los gases el aire, se consigue que de una forma activa (por descubrimiento) se deduzcan las propiedades, las características y leyes que los rigen. De aquí se pasa a los fenómenos que originan: lluvia, nieve, nubes, humedad, diferencias de presiones, etc.; y se desemboca en la acción que realizan sobre la tierra, estudiando así la Geodinámica externa.



GRUPO: SEMINARIO DE CIENCIAS DE LA NATURALEZA DE FP, DE SALAMANCA

COMPONENTES: Juan Manuel Hernández Marcos, Martín Mateos Vázquez, José Luis Revuelta Merino, Margarita Hernández Gómez, José María Nieto, Raquel Calvo Linacero, Caridad del Hoyo, José María García Marcos.

LINEAS DE TRABAJO: (Para el curso 1983-84)

— Diseño de una programación de Ciencias Naturales del 2.º grado de FP, haciendo una Ciencia integral de Biología y Geología, utilizando el método activo y tratando de que el entorno del centro sirva de base de estudio.

DIRECCION: Juan Manuel Hernández Marcos, Seminario de C.N. de Formación Profesional, ICE Universidad de Salamanca, Paseo de Canalejas, 169.

Este Seminario está funcionando desde el curso 1980-81, habiendo realizado dos publicaciones:

1. Estudio para la renovación de los programas de las Ciencias Naturales de FP, I.
2. Desarrollo de los contenidos del estudio para la renovación de los programas de Ciencias Naturales de FP I.

— Y organizado la 1.ª y 2.ª Reunión Nacional de Profesores de Ciencias Naturales de FP.

GRUPO: SEMINARIO PERMANENTE DE CIENCIAS NATURALES (SORIA)

COORDINADOR: Pedro A. Latorre Macarrón. C/ Fueros de Soria, 4-6.º izda. Teléf. 22 52 15 (SORIA). I.B. «Castilla». C/ Alonso Velázquez, s/n. Teléf. 22 12 83 (SORIA).

COMPONENTES: Ana García, Inmaculada Hernández, M.ª Pilar Hernández, Pedro A. Latorre, Aurora Maestro, Julia Martínez, Carlos Pascual, Benjamín de Pedro, Luis F. Ramos, Remedios Siscart, Juan M. Velasco.

OBJETIVOS: (para este curso y sucesivos). Revisión contenidos EGB, BUP, COU. Programación actividades (prácticas). Revisión sistemas evaluación. Excursiones coordinadas. Paseos didácticos (capital y provincia). Metodología didáctica. Material didáctico.

GRUPO DE TRABAJO DE DIDACTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES. BURGOS
ICE Universidad de Valladolid

DIRECCION: Departamento de Química General. Colegio Universitario de Burgos. Apdo. 231 - BURGOS.

COMPONENTES: M.^a Mercedes Pérez Manrique, Jesús López Palacios, Simona Palacios Antón, Trinidad Gejo Pérez.

LINEAS DE TRABAJO:

- Proyectos de ciencia integrada para BUP y EGB.
- Proyectos de interdisciplinaridad en COU.
- Utilización didáctica de ordenadores.
- Itinerarios interdisciplinares.

En los proyectos reseñados no participan siempre todos los miembros del grupo. En las líneas directamente relacionadas con EGB colaboran de modo continuado un grupo de profesores de dicho nivel.

De forma independiente o en colaboración con otras personas, los miembros del grupo participan también en los siguientes temas didácticos:

- Coordinación interdisciplinar en Enseñanza Universitaria.
- Utilización de multimedia en Enseñanza Superior.
- Organización del I y II Congreso de Jóvenes Investigadores de la Naturaleza.
- Actividades extraescolares desarrolladas por el grupo naturalista «Buitre Negro».

PUBLICACIONES:

- «Programación Integrada de las Ciencias Experimentales a Nivel Medio». Temas de educación, n.º 2. ICE Universidad de Valladolid, 1981.
- «Programación Integrada de las Ciencias Experimentales para el ciclo final de EGB», ICE Universidad de Valladolid, 1984.
- «Actividades Complementarias a cargo de grupos naturalistas de alumnos». Actas II Jornadas para Profesores de Bachillerato, Gijón, 1982.

COMUNICACIONES:

- I Jornadas para Profesores de Bachillerato. Alcalá de Henares, 1981.
- II Jornadas para Profesores de Bachillerato. Gijón, 1982.
- 8.^a Escuela de Verano. Acción Educativa, Madrid, 1983.
- Jornadas Internacionales Universidad-Enseñanza Media, Madrid, 1983.
- Jornadas de Didáctica de las Ciencias Naturales, Valencia, 1984.
- XVIII Reunión Bienal RSEFQ. Burgos, 1980.

GRUPO DE CIENCIAS: «LAS PEDROÑERAS DE CUENCA»

COMPONENTES: Enrique Gabaldón Celada, Eusebia Peñaranda Cañaveras.

DIRECCION: Colegio Público «A. Martínez Chicano». C/ A. Gómez Jareño, 14. Las Pedroñeras, CUENCA. Teléf. (967) 16 02 60.

LINEAS DE TRABAJO: Análisis del grado de participación y autonomía del alumno en su propio aprendizaje.

- Objetivos de este aprendizaje son:
- Adquisición de habilidades psicomotrices.
 - Adquisición de habilidades de investigación.
 - Adquisición de actitudes científicas.
 - Adquisición de conocimientos.

Durante este curso estamos profundizando a partir de tres principios:

1. Ponemos en duda que el alumno deba seguir un proceso «natural» hasta la adquisición del pensamiento formal. El profesor puede «acelerar» este paso.
2. El alumno nos llega con un marco conceptual ya estructurado y puede ser que adosemos nuevos conceptos a su marco conceptual de una manera artificial si no desterramos previamente los erróneos.
3. El alumno debe ser el que integre por sí mismo los conceptos adquiridos, lo que es evidente para el profesor no lo es tanto para los alumnos.

Teniendo en cuenta estos principios tratamos de conseguir el equilibrio entre «Formación científica» e «información».

Trabajamos también en la aplicación de medios audiovisuales a la enseñanza de las Ciencias (Creación de material propio, películas S-8, montajes transparencias, etc., por parte de los alumnos).

GRUPO DE TRABAJO «ESCUELA-MEDIO» DE LA ASOCIACION PEDAGOGICA ESCUELA DE VERANO DE EXTREMADURA (EVEX)

COORDINADOR REGIONAL: Santiago Corchete Gonzalo. Apartado 217. BADAJOZ.

NUMERO DE COMPONENTES: 45 enseñantes de EGB, FP y BUP.

OBJETIVOS:

1. Proyectar la institución dentro del medio regional, adoptando frente al mismo una actitud de conocimiento, análisis crítico e investigación que permita fortalecer en los jóvenes extremeños los vínculos de respeto y amor hacia los valores socioculturales de dicho medio.
2. Poner en práctica los principios de renovación pedagógica propugnada por el colectivo EVEX, tendentes al ejercicio de una pedagogía basada en la observación directa de la realidad, así como en el compromiso de su transformación, potenciando el protagonismo del educando, la cooperación activa y la participación responsable.
3. Desarrollar en las personas y comunidades una comprensión y justa valoración de la importancia de las actitudes ecologistas, en defensa de la conservación y mejora de los recursos naturales extremeños.

METODOLOGIA: Las líneas maestras del método, constan de una

serie progresiva de fases por las que atraviesan todos los proyectos humanos y que muy resumidamente, se esbozan a continuación: Fase 1.^a: Hacer sentir la necesidad; fase 2.^a: Despertar el interés; fase 3.^a: Organizarse para la acción; fase 4.^a: Ejecución de la acción; fase 5.^a: Evaluación final, y fase 6.^a: Explotación del éxito.

Tres notas se presentan como fundamentales de cara a la estrategia docente en la aplicación del método: el *protagonismo de la acción*, siempre a cargo del educando, la participación activa del mismo en el logro de una creciente responsabilidad, y el cuidadoso trato didáctico en el *aprendizaje de la toma de decisiones* por parte de los protagonistas de la acción.

ACTIVIDADES:

- Proyectos individuales de aula.
- Proyectos grupales de etapa-centro-comunidad.
- Proyectos colectivos comarcales y regionales.
- Dinamizar el proyecto Escuela Rural en Extremadura.
- Colaboración en el diseño de programación para establecer un modelo de didáctica medioambiental extremeña.
- Ponente en Congresos Regionales y nacionales.

GRUPO DE CIENCIAS NATURALES COLEGIO DIVINA PASTORA

COMPONENTES: 2 profesores de EGB del Ciclo inicial, 4 profesores de EGB del Ciclo medio, 1 profesores de EGB del Ciclo superior, 1 profesor de Ciencias de FP.

RESPONSABLE: Felicidad Vidal. Colegio Divina Pastora. C/ Ramón del Valle-Inclán, 2. Barco de Valdeorras, ORENSE.

LINEAS DE TRABAJO: El trabajo está basado en dos de los bloques temáticos del cuestionario de EGB en sus tres niveles o ciclos:

- El conocimiento del medio.
- El desenvolvimiento en el medio.

Se programan para cada curso y para cada nivel una serie de actividades y de experiencias que lleven al alumno a conocer su propia localidad y región, aumentando su dificultad, al pasar de uno al otro nivel.

El alumno ya desde el primer ciclo llevará un cuaderno de actividades y experiencias en el que deje reflejado el trabajo o actividad realizada en el que constará: experiencia, observaciones, medidas (si diere lugar a ello), resultados obtenidos, relación con otras materias, etc.

En las experiencias realizadas intentamos desarrollar las capacidades de observación y experimentación, así como la creatividad en los casos que sea posible.

La programación de actividades y experiencias figurará en un documento que se confeccionará y que dispondrá de él cada uno de los compo-

nentes del grupo de trabajo o seminario, para favorecer así la continuidad y conexión entre los tres ciclos o niveles.

**GRUPO: SEMINARIO CIENCIAS NATURAIS I.B. A ESTRADA.
(PONTEVEDRA)**

DIRECCION: «I.B. A ESTRADA(Pontevedra). Teléf. 986/57 04 09.

COMPONENTES DEL GRUPO: Manuel Antonio Fernández Domínguez (coordinador), Rosario Fernández Manzanal, M.^a Xosé Ascariz Arias, Ramón Varela Díaz.

LINEAS DE TRABAJO:

- Desarrollo, experimentación y evaluación de un programa de ciencias naturales para 1.º de BUP basado en el estudio global de un bosque mixto que rodea al instituto.
- Confección de rutas didácticas de carácter comarcal a cargo del grupo de zona del M.R.P. «Nova Escola Galega».
- Implicaciones sociales que toda España y en particular la de las ciencias naturales, entraña: superexplotación, y extinción de especies, contaminación, usos del medio, etc.

GRUPO DE TRABAJO DE CIENCIAS NATURALES DE «NOVA ESCOLA GALEGA», DE VIGO (HASTA 1983 «COLECTIVO XILBARBEIRA»)

MIEMBROS QUE LO COMPONEN: Seminario C. Nat. Instituto Castelao: Félix Angosto Garat, Manuel Brañas Pérez, M.^a Pilar Jiménez Aleixandre, Cristina Pereiro Muñoz, Inmaculada Pizarro Sánchez; Seminario C. Nat. Instituto de la Guía: Xosé Ramón García Martínez; Seminario C. Nat. Instituto de Porriño: Virxinia Barros Parra; Departamento de Ciencias Centro de FP de Meixueiro (Vigo): Manón Funes. Responsable asistente al Simposio: María Pilar Jiménez Aleixandre, C/ Toledo, 11-8.º J. Vigo-5. Teléf. (986) 27 34 23.

Dirección del Instituto: Instituto Castelao, C/ Aragón, s/n. Vigo, teléf. 27 40 50.

Fecha de formación del grupo: Trabajos esporádicos, desde 1975. Con continuidad: 1979.

LINEAS DE TRABAJO:

- Seguimiento de un programa de 1.º de BUP basado en el estudio de los ecosistemas desde el curso 79-80. Este programa se lleva a cabo con la totalidad de los alumnos de 1.º de los I.B. Castelao, de Vigo y de Porriño y con algunos cursos de otros centros.
- Estudio del medio natural y urbano en Vigo y alrededores para su utilización didáctica con los alumnos, y elaboración de la documentación precisa.

- Elaboración de itinerarios didácticos.
- Diseño de experiencias para fomentar un aprendizaje significativo.
- *Programación interdisciplinar* con Geografía en 1.º de BUP, tomando como núcleo el estudio del medio y las relaciones medio-hombre, que hemos iniciado de forma experimental con dos cursos del I.B. Castelao el curso 83/84.

PUBLICACIONES:

- Folletos «A lonxa de Vigo», 1976. «As Gándaras e Brañas», 1977 y «Árbres de Galicia» publicados por ALBE-Galicia (agotados, podemos proporcionar fotocopias).
- Apuntes «Ciencias Naturáis de 1.º Xilbarbeira», 1980 (agotados, íd.).
- Itinerarios: «Routeiro n.º 2, Itinerario xeolóxico-ecolóxico pola Galicia suroccidental», Revista Braña de la Sociedade Galela de Historia Natural, año IV, n.º 1-2 (1980), Apdo. 330, Santiago de Compostela (La Coruña).
- Guías: Guía del alumno y del profesor de «Visita ecolóxica á praia das Barcas», 1983. Departamento de Educación. Ayuntamiento de Vigo (I.B. Castelao); claves de Moluscos, Helechos, Fanerógamas de Depto. de Educación del Ayuntamiento.
- Material de trabajo a multicopia: por ejemplo, «Utilización didáctica de dos Mercados» (Depto. de Educación Ayto.); itinerarios geológicos de Pontevedra y Galicia e itinerario interdisciplinar Ría de Vigo (I.B. Castelao); claves de Moluscos, Helechos Fanerógamas de Galicia, Insectos, etc.
- Artículos prensa: en la revista «As Roladas» (Galicia), en «Cuadernos de Pedagogía» n.º 67-68, julio 1980, «Una visita ecolóxica» y n.º 99, marzo 1983, «Empezar provocando, las pruebas cero en 1.º de BUP». En «Nuestra Escuela», n.º 55, dic. 83, «Visita al mundo casi submarino». En «A Pizarra», suplemento de educación del «Faro de Vigo».
- Comunicaciones: «Estudio de ecosistemas de playa», I Jornadas de Enseñanza de la Ecología. UAM. 1982. «Programación ecolóxica de las Ciencias de 1.º» en II Jorn. Prof. Bach. MEC. Gijón, 1982. «Actividades de Educación Ambiental en BUP» en I Jorn. de E.A. Sitges, 1983 (MOPU). «La Ría de Vigo, una programación interdisciplinar en 1.º de BUP», en I jorn. «Las C.N. y su didáctica», Valencia, 1984.

GRUPO: SEMINARIO PERMANENTE DE CIENCIAS EXPERIMENTALES DE ACCION EDUCATIVA.

DIRECCION: Acción Educativa. C/ Príncipe, 35. MADRID-4. Teléf. 429 50 29.

COMPONENTES: Antonio Colino, Ana Martín, Juana Nieda, Ana Oñorbe, Aurora Ruiz, Maribel Serrano.

LINEAS DE TRABAJO: El seminario organiza las actividades relacio-

nadas con el área de ciencias en Acción Educativa (Boletín, cursillos, charlas, etc.), así como la parte correspondiente a las Escuelas de Verano realizadas todos los años.

Por otra parte, desde hace cuatro años, se planteó como trabajo propio de seminario la profundización en los distintos procesos de aprendizaje del método científico y su asimilación por alumnos de básica y enseñanza media.

Se ha realizado (hasta finales de 1983) una investigación sobre los procesos de clasificación que utilizan los alumnos de 10 a 16 años, tanto desde el punto de vista de la lógica clasificatoria como de la metodológica científica, tipos de criterios, etc. Con este trabajo se pretende estudiar el nivel operativo de los alumnos y ofrecer a los profesores unos instrumentos válidos y sencillos para conocer este nivel en su clase y para detectar aquellos errores conceptuales que tienen ya asimilados sus alumnos. De esta forma el planteamiento de la enseñanza a realizar podrá ser adecuada al desarrollo mental de estos alumnos y a los conceptos previos, erróneos en gran número de ellos.

La publicación de este trabajo, con los datos obtenidos y su aplicación en el aula se realizará en el próximo curso 84-85, aunque algunas partes ya han aparecido como artículos del boletín de Acción Educativa.

En la actualidad el Seminario continúa su trabajo sobre otros procesos de aprendizaje y la profundización en las teorías de desarrollo cognitivo del niño en relación con el área de ciencias.

GRUPO: ADEAC (ASOCIACION DE EDUCACION AMBIENTAL Y DEL CONSUMIDOR)

DIRECCION: Salustiano Olózaga, 5-4.º Dcha. MADRID-1.

COMPONENTES: Coordinador: Vicente Fernández Burgueño. Junta Directiva: Javier Molina Aragón, Marisa Calvo Azpeitia, Encarnación Lázaro Marín.

LINEAS DE TRABAJO: ADEAC representa a la Fundación para la Educación Ambiental en el medio rural y urbano (FEEE), constituido en Leiderdorp (Holanda) y con sede en París (2, Rue de Washington).

Objetivos:

- Realizar estudios.
- Organizar encuentros, talleres y actividades de formación en este campo investigando nuevos destinatarios y nuevos enfoques.
- Colaborar con otras instituciones afines nacionales y extranjeras.
- Detectar y/o promover y financiar experiencias piloto.
- Procurar difundir estas informaciones de cara a la opinión pública mediante publicaciones y el uso de los medios de comunicación social.
- Crear una conciencia solidaria respecto de la problemática ambiental por encima de las fronteras nacionales.

ADEAC es una asociación sin fines lucrativos que se sostiene con las aportaciones voluntarias de sus miembros, donativos y, en especial de la retribución de actividades realizadas de cara a terceros.

Respecto a su funcionamiento interno se rige por la normativa jurídica española referida a las Asociaciones, conservando, pese a sus evidentes lazos ideológicos y funcionales y a su representación en el Comité Directivo de la FEEE, plena independencia jurídica y económica respecto de ésta.

ACTIVIDADES PARA 1984:

- a) Diseño de un centro urbano de educación ambiental y del consumidor: Panorámica, selección y evaluación de las realizaciones europeas en este campo, con la participación de la FEEE y de sus ramas nacionales en ocho países (Gran Bretaña, Alemania, Francia, Holanda, Dinamarca, Bélgica y Malta).
- b) Elaboración de un código de conducta y un sistema de indicadores ambientales de cara al turismo y a la población local. A realizar en colaboración con las autoridades canarias.
- c) Formación ambiental y creación de empleo juvenil. Este estudio forma parte de una investigación a nivel europeo confiada por la Comunidad Económica Europea a la FEEE.
- d) Presencia de ADEAC, de forma activa, en seminarios, publicaciones y medios de comunicación. Por ejemplo: El Libro de la Naturaleza (El País, 1984), Exposición y Publicación sobre Organismos Internacionales relacionados con el Medio Ambiente (D.G. de Medio Ambiente, 1984).

En la medida de sus posibilidades, procurar de forma benevola, charlas, asesoramientos, asistencia a actividades, etc.

TALLER DE CIENCIAS ARQUIMEDES

Nacidos como grupo de profesores durante la primavera de 1981, venimos desde entonces trabajando en tareas de actualización de Profesores de Ciencias, potenciando la utilización del método científico en el aula y fomentando el aprovechamiento de los aspectos lúdicos que posibiliten una mejora de la enseñanza de las Ciencias dentro y fuera de la escuela.

COMPONENTES: Antonio Colino (Teléf. 466 51 68), Ramón Huerta, Enrique Sánchez, M.^a Jesús Posada, Mario Jadraque, Francisca Belda, Pilar Muñoz, José G. Guereñu, Maite Martino, Carlos Palacios, Carlos Urzaiz, Raquel Posada, Francisco P. Boadella.

DOMICILIO: Taller Arquímedes, C/ San Antonio, 8. MADRID.

LINEAS DE TRABAJO ACTUALES: Durante el curso 83-84 hemos desarrollado el Proyecto de Investigación Educativa: «El Aprendizaje de las Ciencias Experimentales en el Ciclo Superior de EGB, El Aire y el

Agua: Elementos Básicos», que ha sido financiado por la Consejería de Educación de la Comunidad Autónoma de Madrid. En este Proyecto han participado veinte maestros pertenecientes a diez colegios públicos y cuatro colegios privados. Cerca de 1.500 alumnos del Ciclo Superior de EGB han realizado diferentes experimentos, investigaciones y discusiones sobre el tema de las propiedades y componentes del aire, y sobre la presión atmosférica.

Por otra parte, continuamos elaborando unos cuadernos para los alumnos sobre distintos puntos pertenecientes a los programas de Ciencias destinados al Ciclo Superior de EGB.

Potenciamos la constitución de grupos de profesores de ciencias que se planteen como objetivo su permanente actualización y una mejora de la diaria labor docente. En esta línea hemos realizado diferentes cursos de profesores, organizados por el ICE de la Universidad Autónoma de Madrid y también hemos coordinado el grupo de profesores de Ciencias integrantes del Ceire de Carabanchel.

Por último, continuamos la planificación y diseño de lo que creemos que debería ser «La Casa de la Ciencia» en Madrid, en la que jóvenes de todas las edades escolares pudieran divertirse aprendiendo a hacer ciencia.

GRUPO DE TRABAJO DE CIENCIAS NATURALES. MADRID

Responsable asistente al Simposio: Fátima Senante. C/ Camelia, 14, 1.º D. Madrid-22. Telef. 741 79 93.

Fecha de formación del grupo: Año 1978.

COMPONENTES. TITULACION, CENTROS DE TRABAJO: Carmen Buiza, Lda. C. Biológicas, I.N.B. Gómez Moreno; Nieves Martín, Lda. C. Biológicas, Colegio T.P.S. Fernando; Juana Niedo, Lda. C. Biológicas, I.C.E. de la U. Autónoma; Fátima Senante, Lda. C. Biológicas, Liceo Europeo.

LINEAS DE TRABAJO: Desde hace 6 años estamos trabajando en las siguientes:

- Desarrollo de una metodología científica y un aprendizaje por descubrimiento con nuestros alumnos.
- Utilizar el medio del entorno como base de motivación para el diseño de nuestras programaciones.

Siguiendo estos dos puntos hemos programado las C. Naturales de 1.º de BUP.

Hemos utilizado el estudio de ecosistemas locales como generador de todos los contenidos que impartimos en 1.º de BUP.

Hemos diseñado objetivos relativos al contenido y a la adquisición de habilidades científicas de cada uno de los temas de programa de 1.º de BUP.

También hemos elaborado pruebas de evaluación, constatando las diferencias en cuanto a la adquisición de los objetivos en los diferentes centros en los que trabajamos.

Hemos seleccionado los contenidos que sugiere el Ministerio y los hemos secuenciado de otra manera. Tratamos de superar las disciplinas de Geología y Biología y pensamos que la Ecología es capaz de globalizar ambas.

Para nosotros, 1.º de BUP es un curso fundamentalmente naturalista, morfológico, de lupa y microscopio óptico.

Los contenidos relativos a geodinámica interna, genética y célula a nivel de medios electrónicos, estimamos que no están adaptados a los alumnos de dicho curso y deben proponerse a otros cursos más avanzados.

Llevamos trabajando en 1.º de BUP cinco años y como resultado de nuestro trabajo, hemos recibido el «Premio de Innovación y Experiencias» del Centro Nacional de Investigación Educativa del Ministerio de Educación y Ciencia por el desarrollo de la unidad de «Estudio de Ecosistemas en la Casa de Campo de Madrid».

Siguiendo estas mismas líneas del estudio del entorno y de desarrollo de habilidades científicas, hemos realizado para el Ayuntamiento de Madrid un trabajo sobre «Los árboles» más frecuentes en nuestra ciudad que, recientemente, ha editado dicho Ayuntamiento.

El material elaborado es una carpeta que consta de seis láminas que contienen:

- A) Las hojas de catorce árboles.
- B) Los grupos de hojas de los catorce árboles.
- C) Flores de los catorce árboles.
- D) Frutos de los catorce árboles.
- E) Portes de los catorce árboles en verano.
- F) Portes de los catorce árboles en invierno.

Acompaña un cuaderno de orientaciones didácticas donde planteamos actividades para adquirir habilidades del Método Científico, para niveles inferiores y superiores de EGB.

Para los niveles más bajos, sugerimos actividades de: observación, comparación, ordenación y clasificaciones de primer grado. Para niveles superiores, aumentamos la complejidad de las anteriores, incluyendo también actividades de inferencias y de investigación.

GRUPO DE TRABAJO: CICLO MEDIO DE EGB

COMPONENTES: Colegio Público Herrera Oria: Carmen Ortega Serrano, Encarnación Plaza Molina, Pilar Pita Rodrigo, Carmen Uribe-Echeverría Fernández, Alicia Herranz Herranz, M.ª Angeles García Reguero, M.ª Isabel Capeli Martínez, José Carlos García Hernández.

Colegio Público Príncipe de Asturias: Beatriz Avilés Laguna, Montse-

rrat Orpinell Socías, Mariano García del Olmo, Consuelo Uceda Castro, Ignacio Zabarte Martínez de Aguirre, Rosa M.^a Valdivia Carrión.

C.P. Herrera Oria: Teléf. 201 92 92.

C.P. Príncipe de Asturias: Teléf. 734 01 00. Ext. 1012 ó 1003.

LINEAS DE TRABAJO: Proyecto, elaborado por Luis del Carmen, para programar las Ciencias Naturales del Ciclo Medio, de acuerdo con los Programas Renovados, siguiendo el Método del descubrimiento. Esta experiencia se proyectó para tres años.

El primer año tenía como objetivo unificar la metodología en los equipos docentes. En el curso actual, 83-84, vamos programando las unidades de los distintos niveles y las vamos experimentando. El objetivo durante este curso es dejar las programaciones experimentadas y rectificadas.

En cuanto al 3.^{er} año, el curso 84-85, consistiría en preparar, por parte de un profesional conocedor de estos procesos de aprendizaje y de la metodología implantada, un banco de pruebas de evaluación que posibilitasen evaluar los objetivos pretendidos, de una forma fiable.

GRUPO DELTA CIENCIAS

DIRECCION: C/ San Gerardo, 37. MADRID-35. Horas laborables: 459 13 70. Horas no laborales: 209 10 04.

COMPONENTES: Miguel López Mojarro (coordinador), Alfonso Santana Angulo, Merche Pérez del Gallo.

LINEAS DE TRABAJO:

- Ruptura de programas del MEC en el C. Superior de EGB y creación de nueva distribución de contenidos.
- Creación y experimentación de modelos globalizados.
- Desarrollo de programas experimentales.
- Sustitución del libro de texto por otro creado por el propio alumno.

GRUPO: SEMINARIO PERMANENTE DE CIENCIAS NATURALES DE FP DE LA COMUNIDAD AUTONOMA DE MADRID

DIRECCION: I.F.P. Moratalaz II. C/ Corregidor Diego de Valderrábanos, s/n.

COMPONENTES: Francisco Benito (coordinador general), 28 profesores de Ciencias Naturales de la Autonomía de Madrid.

LINEAS DE TRABAJO:

- Seguimiento de la Reforma de las Enseñanzas Medias.
- Grupo de Apoyo en el área de Ciencias de la Reforma de las Enseñanzas Medias.
- Contactos con otros seminarios y grupos de varias asignaturas de diferentes autonomías.
- Centro de Documentación y actualización del profesorado.

GRUPO: COLECTIVO GRAMA

COMPONENTES: José M. García del Barrio, Juan Antonio Herráez, Angel Gómez Manzaneque, José Julián Santos, Ana Aranda.

COORDINACION Y DIRECCION DE CONTACTO: José Manuel García del Barrio, C/ Sabadell, n.º 217, 2.º A. MADRID-34. Teléf. 734 13 88.

LINEA DE TRABAJO: El Colectivo Grama, constituido como tal a principios del curso 83/84, está formado por un grupo de licenciados en Ciencias Biológicas, la mayoría especializados en Biología Ambiental, que sin ser profesionales de la enseñanza pretenden prestar una línea de apoyo a la docencia oficial en el campo de la educación ambiental. Para ello, y junto con algunos trabajos de carácter teórico, el Colectivo ha elaborado un proyecto, que se va a llevar a cabo en fase experimental a lo largo del último trimestre del presente año académico, en el que bajo las coordenadas del estudio del paisaje se pretende acercar a los alumnos hacia aspectos que les posibiliten un conocimiento más profundo de su entorno y les haga de algún modo partícipes en lo que se viene denominando en general «problemática medio-ambiental».

Para ello, el Colectivo ha confeccionado un pequeño temario básico que, apoyado en un amplio material gráfico (fotos, esquemas, dibujos...), se expondrá, preferentemente a los alumnos de BUP y FP, en los distintos centros donde se imparten estos estudios. La realización de estas exposiciones, estructuradas como charlas-coloquio, pretende apoyar la línea docente del profesor de Ciencias Naturales desde una perspectiva que podríamos resumir, siguiendo al profesor González Bernáldez, como de mostrar y sugerir (información) más que de instruir y/o «adocinar» (formación propiamente dicha).

GRUPO: SEMINARIO PERMANENTE DE CIENCIAS NATURALES DEL ICE DE LA UAM

Dirección: ICE de la UAM (Universidad Autónoma de Madrid), Cantoblanco - MADRID.

Teléfono: 734 01 00 - Ext. 1634.

Coordinadores: M.ª Teresa García y Nicolás Rubio.

DATOS SOBRE EL SEMINARIO

- Se fundó en septiembre de 1981 debido a la iniciativa de sus actuales coordinadores. Pertenecen a él profesores de Ciencias Naturales de Bachillerato, FP y Escuelas de Profesorado de EGB, en número cada vez mayor. Dos de sus miembros: M.ª Victoria Esteban y M.ª Jesús Méndez coordinan «Salidas y excursiones» y «Publicaciones y archivos».
- Las actividades a las que se dedican son diversas: cursillos, conferencias, mesas redondas, excursiones, visitas, prácticas diversas, comunicaciones de experiencias, etc.

- Día fijo de reunión: 2.º jueves del mes, desde septiembre a junio, ambos inclusive.
- Publicación: «Boletín del Seminario Permanente de Ciencias Naturales» que está a la venta en el ICE de la UAM. Se incluyen noticias de actividades de interés didáctico general.
- Sus *líneas de trabajo* más representativas han sido «Ecología y Trabajos de Campo», «Itinerarios por la provincia de Madrid», «Revisión de los programas de 1.º, 3.º y COU» «Introducción a la Metodología Científica», «Recursos Didácticos de nuestra ciudad» y durante el presente curso «La Nutrición e Higiene en el Bachillerato y COU» y «Medio Ambiente Urbano», este último se desarrolla en colaboración con el Ayuntamiento de Madrid y tiene un contenido teórico-práctico de gran interés para los enseñantes.
- El proyecto más inmediato que tiene este Grupo de Trabajo es contribuir a la Organización de un Centro de Reuniones para todas las actividades que un docente quiera desarrollar en relación con nuestra disciplina.

**SEMINARIO DE FISICA Y QUIMICA DEL I.B.
EXPERIMENTAL-PILOTO «CARDENAL HERRERA ORIA», DEL
ICE DE LA UAM**

COMPONENTES: Francisco López Rupérez, Isabel Borrero Rodríguez, Ricardo Garrote Flores, Paloma Montes Alonso, M.^a Jesús Posada Alonso, M.^a Isabel Brincones Calvo, Carlos Palacios Gómez.

RESPONSABLE: Francisco López Rupérez, I.B. Experimental-Piloto «Cardenal Herrera Oria», Fermín Caballero, s/n. Ciudad de los Periodistas, MADRID-34. Teléf. 201 88 40.

Tras la remodelación del Seminario efectuada en 1981, se orientaron sus actividades no sólo a la atención del alumnado a su cargo, sino también al desarrollo y evaluación de innovaciones que pudieran incidir positivamente en el sistema educativo. A un tiempo el proceso constituiría un mecanismo apropiado de Perfeccionamiento del Profesorado en curso con proyección sobre la formación inicial a través de los ciclos teóricos y/o práctico del CAP. Se trataba, básicamente, de desarrollar, aunque probablemente en sus postrimerías, el papel de un Centro Piloto como centro estable de experiencias didácticas dependiente de un ICE. En este sentido hay que interpretar las líneas de trabajo que a continuación se detallan, las cuales corresponden unas veces a proyectos individuales, otras a iniciativas apoyadas por una parte del Seminario y aún otras a experiencias colectivas en las que todo el Seminario se ha visto de uno u otro modo implicado.

LINEAS DE TRABAJO: 1. Elaboración, análisis y estandarización de un banco de pruebas objetivas utilizable en Física y Química de 2.º de BUP.

Su principal objetivo fue el proveer instrumentos de medida apropia-

dos para la evaluación posterior del Proyecto de Aproximación a una Enseñanza Individualizada de Ciencias Experimentales (PEICE).

PUBLICACIONES:

- «Modelo de calificación de ítems de opción múltiple en función del número de aciertos». F. López Rupérez e I. Brincones Calvo. Rev. Española de Pedagogía, n.º 155, pág. 103 (1982).
- «Análisis comparativo de diferentes sistemas de calificación de ítems de opción múltiple». F. López Rupérez, I. Brincones Calvo, R. Garrote Flores y M. D. Toves Argüello. Rev. Española de Pedagogía, n.º 156, pág. 97 (1982).
- Colección de 5 pruebas objetivas de 25 ítems de opción múltiple sobre los diferentes capítulos de la unidad objeto de experimentación. (Pendiente de publicación).

2. Proyecto de Aproximación a una Enseñanza Individualizada de Ciencias Experimentales (PEICE).

Programas de desarrollo de la Innovación e Investigación Educativa. MEC, 1982.

PUBLICACIONES

- «El fracaso escolar en el Bachillerato y la Enseñanza Individualizada». Suplemento Educación Diario El País, 2-2-83 (1983). F. López Rupérez.
 - «Observaciones sobre la didáctica de la cinemática en 2.º de BUP». F. López Rupérez, I. Brincones Calvo, R. Garrote Flores, V. del Castillo Ballesteros, J. Badenes. Rev. Bordón, n.º 244, sept.-oct. 82, pág. 450 (1982).
 - «Las nociones de trabajo y energía. Análisis conceptual y didáctico». F. López Rupérez. Rev. Bordón, n.º 249, sept.-oct. 83, pág. 497 (1983).
 - «Proyecto de Enseñanza Individualizada de Ciencias Experimentales (PEICE). Análisis de una Experiencia». F. López Rupérez, I. Brincones, R. Garrote, C. Palacios, C. Santín, M. D. Toves. Rev. Enseñanza de las Ciencias, 2, 1 pág. 3 (1984).
 - «PEICE, Memoria final de los Programas de Desarrollo de la Investigación e Innovación Educativa 1982». F. López Rupérez (1983).
 - «Proyecto de Enseñanza Individualizada de Ciencias Experimentales. Introducción a las Ciencias Físicas. Vol. 1 y 2». F. López Rupérez, I. Brincones, R. Garrote, C. Palacios, M. D. Toves. Ed. Canto blanco. Universidad Autónoma de Madrid. ICE Madrid (1983). (Constituyen los materiales que han servido de base para la aplicación del sistema instructivo que el PEICE propugna).
3. Análisis de relaciones entre factores socioeconómicos, factores psicológicos y rendimiento escolar sobre una muestra de alumnos de Bachillerato.
XII Plan Nacional de Investigación Educativa. MEC 1984.
4. Museo Escolar de la Ciencia. Una estrategia alternativa en la Didáctica Experimental.

Constituye una experiencia pedagógica concreta en la que los alumnos del centro más interesados, apoyados por un equipo de profesores, asumen las tareas de preparación, documentación, montaje, puesta a punto y posterior demostración de una serie de experiencias significativas en el ámbito científico y tecnológico que configuran una exposición temporal abierta al instituto y a su entorno social.

5. Grabación de videos de experiencias y demostraciones de laboratorio realizables con materiales especiales no disponibles habitualmente en los centros.
6. Integración teoría-práctica a propósito de pequeñas investigaciones con participación de alumnos.
7. Diseño de un currículum de electrónica como EATP.

GRUPO: HEUREMA DE MADRID

DIRECCION: C/ Menéndez Pelayo, 81, 2.º. MADRID-7. Teléf. 433 23 32.

COMPONENTES: José Luis Hernández Pérez, Agustín Lozano Pradiello, Ricardo D. Fernández Cruz.

LINEAS DE TRABAJO:

- La enseñanza de la Física a partir del experimento.
- Uso de materiales corrientes para la experimentación.

Hemos participado en varios cursos de distintos ICEs. En ellos se ha presentado parte del material elaborado por el grupo.

DEPARTAMENTO DE DIDACTICA DE LAS CIENCIAS DE LA NATURALEZA DEL IEPS

COMPONENTES: Rufina Gutiérrez, Enrique Calero, José M.ª Fernández, Berta Marco, Engracia Olivares, Teresa Serrano, Carmen Usabiega.

DIRECCION: Velázquez, 126, 4.º C. MADRID-6. Teléf. 262 49 78.

Este Departamento lleva a cabo su actividad desde 1969 en el campo de la innovación didáctica. El grupo parte de dos supuestos: la capacidad formadora y transformadora de la Ciencia y sus implicaciones en la sociedad. Este enfoque ha orientado las realizaciones del Departamento, que abarcan los siguiente ámbitos:

- Estudio e investigación aplicada en el desarrollo del currículum.
- Estudios y experiencias didácticas interdisciplinares.
- Creación de materiales didácticos en cuanto instrumentos de apoyo a la innovación.
- Estudios sobre la utilización de nuevas tecnologías.

REALIZACIONES Y LINEAS ACTUALES DE TRABAJO. Con base en los planteamientos anteriores se ha elaborado:

- Proyecto de Ciencia Integrada que cubre todo el currículum de Ciencias para las edades de 6 a 14 años: Proyecto EGB-S.

Se ha publicado en relación a este proyecto:

- Todo el material de aula dirigido a los alumnos y las guías didácticas para el profesor (Ed. Narcea, Madrid).
- En la Colección Apuntes IEPS: los números 2 y 8: Ciencias de la Naturaleza: hacia una nueva didáctica y La Ciencia Integrada en el Programa escolar.
- Proyecto de Ciencia Integrada para Bachillerato: Proyecto CIB. Un currículum de Física y Química integradas para alumnos de 14 a 18 años.
- Proyecto de Historia de la Ciencia. Enfocado hacia el trabajo con textos de los científicos y elaboración de material didáctico.

Otras líneas de trabajo actuales son las siguientes:

- Proyecto Educación de los Hábitos de Alimentación: Proyecto EDUHAL. Estudio de las bases teóricas y creación de material didáctico.
- Proyecto Utilización Didáctica del Microordenador. Diferenciación del ámbito informático y el ámbito didáctico en el uso del microordenador en el aula. Utilización del medio en el segundo aspecto. Elaboración de material didáctico para el aprendizaje de las distintas materias utilizando el microordenador.
- Relaciones entre las actitudes y el aprendizaje de las Ciencias.
- Procesos de enseñanza-aprendizaje. Influencias cognitivas. Influencia de los preconceptos.

OTRAS ACTIVIDADES Y PUBLICACIONES:

- Perfeccionamiento del profesorado: cursos y seminarios.
- Publicaciones diversas:
- Col. Apuntes IEPS: sobre currículum, H.^a de la Ciencia, CIB (5 vols.).
- Col. Documentos IEPS: material para profesores de Preescolar y C. Inicial. Historia de la Ciencia, progreso, consumo; relación C.N-C. Sociales (5 vols.).
- Col. 5/8 y C. Medio (Narcea) 2 vols.
- Materiales para preescolar: Alacena-1 y 2 (S.M.) 8 vols.
- Materiales de aula proyecto CIB: nivel optativo (IEPS).
- Artículos en revistas.
- Colaboraciones con diversas entidades.

GRUPO: SEMINARIO PERMANENTE «ISABEL LA CATOLICA»

DIRECCION: Alfonso XII, 3-5, MADRID. Teléf. 230 88 74.

COMPONENTES: Mariano Segura Escobar, Ramón Roca, Mercedes Hidalgo, Clorinda Herrero, Pilar Hidalgo, Carmen Ramiro, Cristina Garrido, Alvaro Valvidares, Manuel Granados, Juana Sanz, Antonio Martínez, José Miguel Mohedano.

Coordinador: Mariano Segura Escobar.

LINEAS DE TRABAJO: Estudio y restructuración del programa de 2.º de BUP desde la perspectiva de los conceptos de Materia y Energía, intentando desarrollar en el alumno preferentemente las capacidades de observación, clasificación y análisis mediante la realización de experiencias sencillas con materiales simples, en su gran mayoría aportados por el alumno y que pueden llevarse a cabo en la propia aula.

GRUPO: JARAMA

DIRECCION: C/ Cartagena, n.º 64-8.º dcha. MADRID-28. José Cañeque. Teléf. 256 07 83, Carlos Pulido. Teléf. 474 90 87.

COMPONENTES: Santiago Barahona Alvarez (Prof. Agreg. C.N.I.B. «Lope de Vega»), José Cañeque Riosalido (Prof. Agreg. C.N.I.B. «Emilio Castelar»), Jaime Martínez Jiménez (Prof. Agreg. C.N.I.B. «Giner de los Ríos»), Carlos Pulido Bordallo (Prof. C.N.I.B. «Villaverde»).

LINEAS DE TRABAJO: El grupo surge de la necesidad de organizar el trabajo en equipo que han venido realizando sus miembros a lo largo de los últimos 5 años. Su ámbito es la enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza en los niveles medios.

Objetivos:

- Recopilar cuanta información sea posible sobre los medios urbano, rural y natural de la Comunidad de Madrid: geología, flora, fauna, historia, economía, etc.
- A partir de la información obtenida, elaborar recursos y materiales didácticos aplicados a la enseñanza media.
- Realizar experiencias didácticas que partan de los siguientes presupuestos:
 - Enseñanza basada en la actividad investigadora del alumno.
 - Objetivos de educación ambiental universalmente admitidos.

Trabajos realizados:

- Itinerarios (guiones) por la provincia de Madrid (1979-83).
- Experiencia de Audiovisual: ¿Quién era Darwin? Centenario de la muerte de Charles Darwin (1982).
- Semana del Medio Ambiente en la provincia de Madrid: Paneles, exposición, coloquios-conferencias, audiovisual (literatura), etc. (1983).
- «La provincia de Madrid como punto de partida para una programación de la "Geología de C.O.U."». Ponencia en los Coloquios Internacionales Universidad-Enseñanzas Medias (U. Complutense, septiembre 1983). Publicado en Nueva revista de Enseñanzas Medias, n.º 6. Verano 84. Madrid.

Proyectos:

- Desarrollo y experimentación de la programación de Geología de COU. Posible cursillo en Escuela de Verano.
- Estudio y desarrollo de experiencias sobre el documento de trabajo de la Reforma de las Enseñanzas Medias (D.G. de EE.MM. - M.E.C.) «Hacia la Reforma».
- Elaboración de materiales didácticos (documentos de apoyo) sobre trabajos de campo (sentido amplio).

GRUPO: EQUIPO QUANTO

DIRECCION: Glorieta de Pérez Cidón, 3-1.º H. 28027 MADRID.

COMPONENTES: Coordinador: José Ramón Sánchez Moro. Miembros permanentes: Susana Calvo Roy, Roberto Matías Aparici, Fernando Gómez Herrera, Adela Casillas Lozano.

Colaboradores en trabajos específicos: Jesús Suso Llamas, Fernando López Aranguren, Ignacio Gonzalo Misol, Alvaro Martín, Javier Benayas, Luis Vadillo, Mónica García, Ignacio Onrubia, Teresa Valderrama, Elena Fernández Moreno, Elena Cota.

LINEAS DE TRABAJO: Estudios y actividades de formación en el área de la educación ambiental y de la didáctica de las ciencias.

ACTIVIDADES REALIZADAS:

- Elaboración de la serie MI ENTORNO: Textos y material de trabajo del alumno y guías didácticas. Ed. S.M. desde 1981 a 1984.

Aparecidos seis cuadernos de trabajo (1.º y 2.º) con sus guías didácticas, y los textos de 3.º, 4.º y 5.º En prensa, las guías didácticas de 3.º, 4.º y 5.º Todos estos materiales son del área de Naturaleza.

- Diseño de materiales en Educación Ambiental en torno a los bosques y montes españoles. ICONA, 1983.

Comprende folletos, carteles, juegos didácticos, monografías sobre la encina, incluyendo diapositivas, encuestas, así como un análisis en cinco volúmenes sobre el planteamiento de esta temática en los libros de Naturales de 1.º a 5.º de EGB.

- Estudios para la puesta en marcha de una Reserva Ecológica Educativa en Canencia (Madrid). CEOTMA, 1981.

Comprende trazados de itinerarios didácticos y guías, memoria científica y material audiovisual. Hemos realizado cursillos y visitas de fin de semana con una docena de grupos de educadores.

- Campaña Premio Lince (ADENA, 1982).

Comprende cuaderno de trabajo del alumno, guías didácticas, cuatro carteles y un audiovisual. Actualmente trabajamos en el análisis de las respuestas de una muestra de 12.000 cuadernos y encuestas seleccionadas.

- Participación, con los capítulos: Energía, equilibrios ecológicos, contaminación del aire, contaminación del agua y bibliografía, en Educación y Medio Ambiente. Actividades y Experiencias. MEC, 1982.
- Participación u organización de Cursos de Perfeccionamiento del Profesorado en Educación Ambiental y Didáctica de las Ciencias Naturales en EGB, en colaboración con distintos organismos: D. G. de la Juventud, D. G. de Medio Ambiente, Confederación de Cajas de Ahorros (Consultores Españoles), ICE de Santander, ICE de Sevilla, etc.

GRUPO DE INVESTIGACION DIDACTICA «TECNO» (FORMACION PROFESIONAL)

COMPOSICION: Por tres Seminarios Permanentes de:

Ciencias Experimentales: Juan López Martínez (coordinador), Angel Alvarez Alvarez, Luis Abadía Sánchez, Fernando Santos Pastrana, M.^a Jesús Ahuja Alonso, Francisco Benito Cristóbal.

Tecnología y prácticas: José A. González Fernández (coordinador), Luis A. Ortega Martín, Francisco G. Trinidad Balmori, Pilar Sastre Julián, Enrique Beltrán Andrés, José Fajardo Castedo, Juan J. Montero Manzano, Alberto Hernández Sánchez, José Carlos Martín Blázquez, Francisco Benito.

Seminario Letras: Margarita Calvo de los Llanos (coordinador), Isabel Hernández Sandoica, Rosa Zambrano Salvador, Mercedes Díez Echeguren, Angeles Cortés Gómez, Elsa Estaire.

RESPONSABLE DEL GRUPO: Juan López Martínez, C/ Esquilache, 4, 3.º A. MADRID-3. Teléf. 253 75 58 ó 449 21 19.

LINEAS DE TRABAJO: Investigación didáctica de Actividades y Programaciones alternativas a las actuales, desde la Interdisciplinaridad, la Metodología Activa y la vinculación de la institución escolar al entorno. Con el objetivo de fomentar la creatividad y potenciar el sentido crítico del alumno.

TRABAJOS CONCRETOS:

- Unidad didáctica interdisciplinar sobre el *Lazarillo y su época*.
- Informatización de la enseñanza: Arquitectura del Ordenador y su función didáctica. Programas sencillos.
- Coordinación didáctica de Matemáticas y Física y Química en la actual F. Profesional: Alternativa a los actuales programas y horarios. Investigación en el aula, contra el Fracaso Escolar en C. Experimentales.
- Programa alternativo al actual en Tecnología Eléctrica.
- Nueva dinámica operacional y metodológica para las Prácticas en el Taller de Electricidad.

PUBLICACIONES:

«Fracaso escolar y origen social». Ciencias de la Educación, n.º 104, págs. 335-357.

«Pedagogía y Programación en Química». Cuadernos de Pedagogía, n.º 98, págs. 10-14.

«Las enseñanzas tecnológicas, dominadas por el teoricismo». Nuestra escuela, n.º 47, págs. 30-34.

«Hacia la transformación de la escuela por las nuevas tecnologías». Nuestra escuela, n.º 48, págs. 30-37.

«Fracaso Escolar en F. Profesional. Investigación sociológica» de próxima aparición en Revista de Educación.

GRUPO: C.E.A.R.M. Colectivo de Educación Ambiental de la Región Murciana.

DIRECCION: C/ Pascual, n.º 10, 3.º. MURCIA. Teléf. 968/82 24 78. Lázaro Giménez, Paco Marín, Paca Baraza. 83 24 00 Ext. 5. Miguel Angel Esteve, Luis Ramírez.

COMPONENTES: Lázaro Giménez, Paco Marín, Paca Baraza, Miguel Angel Esteve, Luis Ramírez.

LINEAS DE TRABAJO: El colectivo se formó en noviembre de 1981, compuesto por docentes de EGB y BUP e investigadores y docentes del Departamento de Ecología de la Universidad de Murcia (tres por cada nivel), con el objetivo de realizar estudios ambientales interdisciplinarios con proyección educativa y didáctica aplicable a los distintos niveles.

Hasta ahora hemos realizado un estudio ambiental y didáctico en el área del Parque Natural de «El Valle», financiado por el Ayuntamiento de Murcia, del que se han diseñado diversos materiales didácticos para EGB y BUP, profesionales de la enseñanza y visitantes. Habitualmente impartimos cursos sobre Educación Ambiental para profesores de EGB y BUP.

En la actualidad estamos realizando un estudio sobre la situación actual y perspectivas de futuro de la Ed. Ambiental en la Región de Murcia, simultaneado con otras actividades más puntuales (grupos de trabajo por comarcas, elaboración de materiales didácticos, jornadas, etc.).

Funcionamos colectivamente, por lo que si alguien quiere conectar con nosotros nos puede escribir al local que compartimos con otros grupos ecologistas, feministas, naturalistas, etc.

GRUPO: LOREA

DIRECCION: Mercaderes, 21, 2.º. Apartado 1125. Teléf. 22 17 11. PAMPLONA.

COMPONENTES: Contratado por el Ayuntamiento de Pamplona para desarrollar un programa de recogida selectiva de basura, tanto en los

aspectos técnicos como en lo referente a la educación ambiental de la población, tanto de adultos como de escolares, y por la Diputación Foral de Navarra para desarrollar una experiencia pedagógica sobre educación ambiental en el Colegio Público de EGB de Ansoain sobre naturaleza y reciclaje de basuras.

LINEAS DE TRABAJO: Centro de educación ambiental en el Colegio Público de Ansoain. Disponen de:

- Huerta biológica de 200 m². La infraestructura de la huerta, vallas, caminos, etc., ha sido realizada al máximo por los niños reciclando materiales de desecho como traviesas de ferrocarril, etc.
- Elaboración de compost con basura seleccionada por los niños y sus padres en los domicilios.
- Caseta-taller.
- Taller de reciclaje para elaborar papel, cabezudos, juguetes, etc., con materiales de desecho.
- Taller de energías libres: panel fotovoltaico para iluminación de la caseta-taller, pequeño aerogenerador, destilador solar, y (en proyecto) noria para riego.
- Taller de meteorología: termómetro, higrómetro, barómetro, anemómetro, psicrómetro, y fichas de trabajo.
- Taller de transformación de alimentos.
- Taller de reigrafía.

Trabajos ya realizados:

- Introducción del tema de «La naturaleza, basuras y reciclaje» de forma interdisciplinar y por medio de la pedagogía activa de octubre a diciembre de 1983 en 7.º de EGB.
- Estudio ecológico del monte San Cristóbal a cargo de los niños de 7.º de EGB, de enero a junio de 1984 (continuará hasta diciembre de 1984).
- Recogida de papel en la escuela. Un día por semana todos los niños de la escuela traen el papel de sus casas, que es recogido por los alumnos de 8.º de EGB.
- Otros trabajos relacionados con la huerta, talleres descritos, etc.

Materiales de los que dispone el equipo:

- Material didáctico: «Naturaleza, basuras y reciclaje en la escuela» elaborado a partir de la experiencia realizada durante tres meses en 7.º de EGB. (Pendiente de publicación).
- Informe del «Estudio ecológico del monte de San Cristóbal». (Pendiente de publicación).
- Informe del «Estudio ecológico del monte de San Cristóbal». (Pendiente de publicación).
- Informe acerca de cómo construir los talleres citados anteriormente. (Pendiente de publicación).
- Exposición sobre la naturaleza, las basuras y el reciclaje consistente en 30 paneles de 100 × 70 cm. y muestras de materiales reciclados.
- Audiovisual con diapositivas sobre el mismo tema que la exposición.

GRUPO CADEC - ALICANTE

DIRECCION: Rafael Torregrosa Alemany. C/ Vázquez de Mella, 10, 3.º. ALICANTE-13.

COMPONENTES: Rafael Torregrosa Alemany (coordinador), Daniel Climent Giner, Gabriel López Ruiz, Rosa Martín Martínez, Fernando Ballenilla i García de Gamarra, Ramón Poveda Luciáñez, Vicente Sansano Belso, Fernando Ramón Boix.

LINEAS DE TRABAJO:

Currícula.—En la actualidad el grupo tiene diseñado un currículum para las C.N. de primero de BUP aunque también es aplicable en FP 2 y que el grupo lleva experimentando desde hace cuatro o cinco años aunque ha sufrido diversos cambios durante este período.

Respecto a 3.º de BUP y Biología de COU existe también unos currícula ya elaborados acorde con la línea del de 1.º, pero no están tan contrastados ni perfilados.

Itinerarios de la Naturaleza.—En este curso el grupo inició una serie de trabajos (en la actualidad en fase de recogida de información y diseño de metodología) para el estudio del medio ambiental que los alumnos conocen más directamente. Así el grupo se dividió en tres subgrupos (según el centro en el que se desarrolla nuestra actividad) que estudian el medio concreto en el que trabajan.

La finalidad de este trabajo de investigación es la de centralizar el desarrollo del currículum de 1.º de BUP en los ecosistemas más inmediatos para el alumno, como punto de partida para el proceso de aprendizaje de las Ciencias Naturales.

Aplicación de la Metodología Científica.—Con respecto a este punto el grupo ha elaborado una relación de trabajos prácticos que los alumnos realizan por grupos durante el curso y cuyo diseño intenta introducir al alumno en la dinámica de la metodología científica, haciendo hincapié en sus aspectos básicos: diseño de experimentos, elaboración y discusión de conclusiones, utilización del lenguaje matemático, trabajo bibliográfico, labor de equipo, planteamiento de hipótesis, etc.

Curriculum interdisciplinar.—La dificultad para encontrar profesores del propio centro interesados en el desarrollo de este currículum, ha imposibilitado el inicio de trabajos en este sentido.

PUBLICACIONES: El grupo edita desde hace tres o cuatro años unos Cuadernos de Ciencias Naturales (Geología y Biología) para el trabajo de los alumnos de 1.º de BUP en clase, que constituyen una guía de trabajo donde se recogen los objetivos y contenidos mínimos de las C.N. de este nivel. Para conseguirlos, dirigirse a la dirección del coordinador.

Otros trabajos.—En la actualidad miembros del grupo han iniciado la elaboración de un proyecto (en colaboración con el Ayuntamiento de Alicante) para la creación de un jardín botánico en un parque de la ciudad y una Escuela de la Naturaleza.

— Miembros del grupo participan activamente en las Escuelas de Verano con la realización de cursillo, seminarios, etc.

**GRUPO: ASOCIACION DE ENSEÑANTES Y AMIGOS
DE LAS CIENCIAS DE LA NATURALEZA DE LA PROVINCIA
DE CASTELLON**

DIRECCION: Salvador Villa González. C/ Villavieja, n.º 15. CASTELLON. Teléf. 23 46 10.

COMPONENTES: Carmen Adán Momplet, Fernando Aparisi Monfort, Manuel Arrufat Peris, Francisco J. Blasco Barbera, Paloma Botaya Sindreu, Manuel Castellet Roda, Asunción Ferret Melis, Joaquín García Flor, Angeles González Nicolás, Moisés Gutiérrez García, Gregorio Miguel Quintales, María Luisa Moreno López, José M.^a Mulet Ortiz, Rosa M.^a Rodes Sala, Isabel Sabater Sanz de Bremond, Edelmira Sánchez-Caro Moreno, Teófilo Sanfeliu Montolio, Manuel Vilanova Patuel, Salvador Villa González, Manuel Vivo Leonart.

LINEAS DE TRABAJO: La Asociación fue creada en época muy reciente (enero 84) y hasta ahora sus trabajos han ido dirigidos a la realización en junio y julio de este año de dos actividades con los títulos:

1. Coloquio sobre itinerarios didácticos de Ciencias de la Naturaleza de la provincia de Castellón.
2. Curso sobre reconocimiento de minerales con aplicación a las especies mineralógicas de la provincia de Castellón.

**GRUPO: SEMINARIO DE CIENCIAS NATURALES DEL I.C.E.,
DE VALENCIA**

DIRECCION: ICE Universidad Literaria. C/ Nave, 2. VALENCIA. Teléf. 96/351 62 44 - 351 50 50.

COORDINADORES: Francisco Carrión Yagüe. Teléf. 325 61 09. Valentín Gavidia Catalán. Teléf. 347 40 48.

LINEAS DE TRABAJO: Es un seminario abierto, formado por diferentes grupos de trabajo, cuyo denominador común es la pedagogía activa en la Didáctica de las Ciencias Naturales del Bachillerato.

Itinerarios didácticos, Medios audiovisuales, Experiencias y actividades didácticas, Aplicación de la metodología científica a la didáctica de diversos campos de las Ciencias Naturales, Currículum de las Ciencias Naturales E.M., Organización de las jornadas de Ciencias Naturales y su didáctica a celebrar en Valencia del 2 al 5 de mayo del 84.

**GRUPO: SEMINARIO PERMANENTE DE FISICA Y QUIMICA
DEL ICE DE LA UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO**

DIRECCION: ICE de la Universidad del País Vasco. Apartado 644. BILBAO.

COMPONENTES: M.^a Carmen Miyar (coordinadora de Vizcaya), Be-goña Velasco (coordinadora de Alava y Guipúzcoa), Leonor Aburto, M.^a José Delgado, M.^a Dolores Moreno, Luis Pérez Serrano, José M.^a Santos y Marisa Ribacoba, en Vizcaya. Alejandro Alvarez, Emilio de Felipe Lorenzo, Pedro Antonio González y Julio Ponez, en Guipúzcoa. Luis Aldai, Adela Arranz, Concepción Cabrero, Agustín Gil, Natividad Mena y Angel Sancho, en Alava.

LINEAS DE TRABAJO: En los últimos años se han realizado programaciones de Física y Química de 2.º y 3.º de BUP y Prácticas de Química de 2.º, 3.º de BUP y COU.

En la actualidad, y dentro del marco de la Reforma de las EE.MM., vamos a realizar un modelo de programación para el 1.º ciclo, para lo que se están realizando los siguientes estudios previos:

- Estudio comparativo de los currícula y programas de Física y Química de algunos países occidentales: Reino Unido, USA, Francia y Alemania, para este nivel de 14-16 años. (Guipúzcoa).
- Estudio comparativo de diferentes Proyectos de Física y Química y de Ciencias Físicas, tanto en España como en el extranjero, como el PSSC, el Chem, PSNS, C.I.B., Nuffield Foundation IPS, etc. (Vizcaya).
- Situación y relaciones con la EGB, dentro de la situación actual como son vistas a la reforma de Ciclo Superior de EGB. (Alava).

MINISTERIO DE EDUCACION Y CIENCIA

Servicio de Publicaciones

