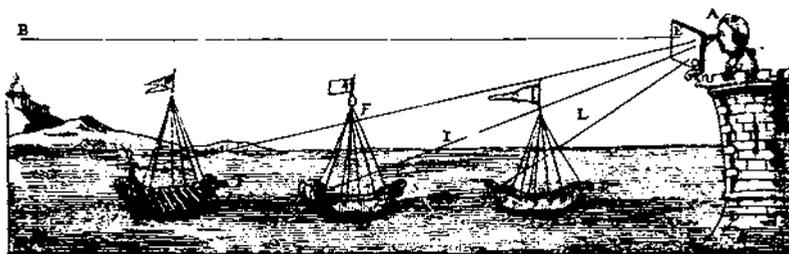


INVESTIGACION



Y EXPERIENCIAS DIDÁCTICAS

LAS FINALIDADES DE LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA Y LA QUÍMICA VISTAS POR PROFESORES Y ALUMNOS FRANCESES

BOYER, R. y TIBERGHEN, A.
INRP, París y CNRS-IRPEACS, Lyon

Versión de Jordi Solbes, Servei de Formació Permanent. Universitat de València.

SUMMARY

This paper tries to clarify the goals that both teachers and students expect from the teaching of Physics and Chemistry.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la formación científica está en cuestión en numerosos países. Los trabajos de investigación la abordan de diversas formas, pero privilegian el saber en juego en la enseñanza. Unos consideran su apropiación

por los alumnos; otros la forma en que se introducen en la clase, los libros, los programas; otros en la medida que es ocasión de interacción entre dos actores: profesor y alumno (Artigues et al. 1986, Shulman

1986, Tiberghien 1985). También son igualmente objeto de investigación el interés, la motivación, la actitud de los alumnos (Lynn et al. 1986, Haussler 1987), la imagen de la ciencia (Schibechi 1986, Lederman 1986).

La cuestión de las finalidades de la enseñanza científica ha sido poco abordada. Los trabajos sobre evaluación de éxito de los alumnos (Black 1984) conducen a interrogarse sobre este punto. Algunos trabajos de evaluación del funcionamiento de la enseñanza científica en el seno del sistema educativo (Consejo de Ciencias de Canadá 1984) ponen en evidencia las dificultades de explicitación de las finalidades y su puesta en práctica en los diferentes niveles del sistema educativo.

El trabajo que presentamos trata de las finalidades de la enseñanza de la física y de la química desde el punto de vista de profesores y alumnos: ¿qué finalidades atribuyen unos y otros a esta enseñanza?

1. PROBLEMÁTICA Y MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Los resultados, interpretaciones e interrogaciones presentados son fruto del análisis de una encuesta nacional con cuestionarios realizada en Francia en el 2º ciclo de enseñanza (liceo).

Este estudio busca poner de manifiesto los sistemas de valores propios de los enseñantes y de sus alumnos en la situación escolar. Los indicadores eran los siguientes:

- las representaciones de las finalidades de la enseñanza en general
- las representaciones de las finalidades de una disciplina obligatoria: la física y química (en Francia la enseña el mismo profesor bajo el nombre de ciencias físicas)
- las opiniones referentes a la transmisión en clase de valores intelectuales o morales.

Se han elaborado dos cuestionarios abordando el conjunto de estos puntos, uno destinado a los enseñantes y otro a los alumnos.

La problemática general está inspirada en los trabajos de Bertrand y Valois (1982) y retoma en particular sus nociones de paradigma educacional y paradigma socio-cultural: "Las opiniones concernientes a la orientación de la educación son múltiples, aunque las verdaderas posiciones no son siempre claramente expuestas. Orientando la práctica educativa en un sentido, tomamos partido por un conjunto de normas y de funciones... así como por un conjunto de modalidades de funcionamiento. Estos conjuntos constituyen un paradigma de educación. La elección implícita o explícita de este modelo implica la elección de otro conjunto de elementos: modo de conocimientos, concepción de la

persona, de las relaciones persona, naturaleza, sociedad... Este otro conjunto es denominado paradigma socio-cultural".

Con más precisión, estos autores describen diferentes paradigmas educacionales que han contribuido a la construcción de nuestras hipótesis, en particular el paradigma *racional* centrado en la transmisión de conocimientos y el paradigma *humanista* centrado en el desarrollo de la persona.

En lo que concierne a las representaciones de las finalidades de la enseñanza científica, hemos hecho la hipótesis de la existencia de dos tipos, desigualmente representados, de profesores y alumnos:

- los que realzan el paradigma racional, mayoritarios en los dos grupos;
- los que realzan el paradigma humanista, minoritarios en los dos grupos.

Nos interrogamos sobre las posibilidades de emergencia de otros paradigmas o sus combinaciones.

Para verificar estas hipótesis los cuestionarios trataban sobre los puntos siguientes:

- finalidades atribuidas a la disciplina (las proposiciones representaban equitativamente los diferentes paradigmas educativos)
- aprendizajes específicos de la disciplina
- metas de desarrollo personal, relacional o de apertura al mundo para la disciplina.
- valores intelectuales y morales que se pueden promover desde la disciplina

El contenido y la formulación de las cuestiones se ha realizado a partir de conversaciones no directivas con los enseñantes y alumnos. La redacción de las cuestiones es casi idéntica para los dos grupos. Son las formulaciones más accesibles a los alumnos las que se han mantenido en la forma definitiva. Se ha utilizado siempre la posibilidad de declararse poco afectado por la cuestión para no inducir respuestas artificiales, sobre todo por parte de los alumnos.

Los alumnos interrogados son los del primer año de los liceos de enseñanza general o técnica. El grupo de enseñantes son los profesores de ciencias físicas de este nivel. Es importante subrayar que este primer año de 2º ciclo es, desde 1982 en Francia, un año de determinación previo a la orientación hacia las secciones literarias o científicas. Los programas de ciencias físicas han cambiado poco con referencia a los que existían antes de la reforma.

Esta encuesta nacional se ha hecho por correspondencia. Se han explorado 284 cuestionarios de profesores y 1249 de alumnos, cuya representatividad es satisfactoria desde el punto de vista de las variables socio-demográficas.

Se ha realizado un análisis de correspondencia entre las respuestas de los profesores y los alumnos y un conjunto de cuestiones que ha permitido aprender la estructuración de las respuestas de las encuestas. Un programa de clasificación aplicado a los alumnos de liceo por una parte y a los profesores por otra, ha permitido identificar los subgrupos internos de estos grupos.

De hecho nuestros resultados nos han conducido a realizar el análisis de finalidades. Se trata no sólo de estudiar las representaciones en 2 tipos de actores del sistema educativo, sino de analizarlas con referencia al funcionamiento del sistema educativo, al saber científico y a la utilización del saber científico en la sociedad.

2. LAS FINALIDADES ATRIBUIDAS POR LOS ALUMNOS DE LICEO A LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA Y LA QUÍMICA

2.1. Una constante previa: el débil interés de los alumnos por las ciencias físicas

La enseñanza de la física y la química es tal que provoca un interés mediocre o el desinterés de un gran número de alumnos de este nivel de estudios. (Ver tabla 1).

Tabla 1

INTERES DISCIPLINA	mucho %	medio %	poor %	nada %	FR %	T (1249)
Letras	31.1	49.5	15.1	3.3	1	100 %
HR-Geografía	28.5	44.4	17.7	7.1	2.3	100 %
Idiomas	37.3	40.6	15.9	4.4	1.8	100 %
Matemáticas	37.9	39.3	14.5	7.2	1.1	100 %
Ciencias Físicas	31.1	30.5	20.3	16.2	1.9	100 %
Educación Física	47.1	31	13.4	7.3	1.2	100 %

El conocimiento de esta situación se ha podido afinar por la interpretación de un análisis de correspondencia practicado sobre el conjunto de modalidades de esta cuestión concernientes a todas las disciplinas. Se constata que los alumnos se reparten en 2 grupos opuestos: los literarios y los científicos. Esta oposición primitiva se especifica a continuación de tal manera que se puedan distinguir 4 grupos de alumnos:

- Los que expresan un gran interés por las matemáticas y las ciencias físicas pero mediocre por las disciplinas literarias; son significativamente más chicos que chicas; jóvenes para este nivel de estudios (15 años); frecuentan los liceos de enseñanza general.

- Los que expresan un interés medio por las matemáticas y rechazan las disciplinas literarias; es un grupo más numeroso de chicos; frecuentan los liceos técnicos.

- Los que expresan un gran interés por las letras y la historia.

- Los que expresan un interés fuerte o medio por las lenguas vivas, débil por las matemáticas y nulo por las ciencias físicas; estos dos últimos conjuntos son sensiblemente más femeninos. Se adjuntan aquí los resultados de Häusler (1987).

Se nota pues que las ciencias físicas no provocan un gran interés por ellas mismas, contrariamente a otras disciplinas. No retienen más que a una franja de "científicos".

Algunas frases de los alumnos obtenidas en las conversaciones preliminares permiten interpretar este débil interés. Muestran que la utilización del saber enseñado en ciencias físicas es, para ellos, limitado a futuros estudios científicos y sin objeto fuera de este contexto como ilustran las citas siguientes:

"Tal como son enseñadas las ciencias físicas, están destinadas sólo a los futuros alumnos de las secciones científicas".

"Es muy escolar; no puede servir fuera del medio escolar".

Estas frases manifiestan igualmente que, para muchos alumnos, el programa les parece recargado y arduo. Sus palabras describen bien esta dificultad: "Estamos obligados a seguir un programa; es para el nivel más elevado".

"Este año, hay teoría sólo; nos examinamos de reglas que hay que aprender... El año pasado lo que aprendimos lo habíamos hecho antes con nuestras manos y esto nos ayudaba a comprender".

El primer año del 2º ciclo, los alumnos encuentran por 1ª vez la física presentada de manera formal. La enseñanza presenta la modelización a partir de un conjunto de situaciones experimentales que están lejos del mundo cotidiano, con hipótesis salidas de estos modelos. Por otra parte, esta modelización necesita un cuadro matemático relativamente elaborado para los alumnos de este nivel. Esto puede ser percibido por los alumnos como utilización de fórmulas con conocimiento de causa.

En fin, la curiosidad de los alumnos parece decepcionada; una observación, muy representativa, ilustra bien este punto:

"Las preguntas deben restringirse al curso sólo... Es una lástima no poder hacer preguntas cuando se tiene interés por cualquier cosa".

2.2. ¿Existe una expectativa mayoritaria?

Llevados a elegir entre 2 orientaciones de las ciencias físicas (tabla 2), los alumnos de liceo han expresado una demanda de formación de individuos aptos para

comprender su entorno (66%) más que como futuros científicos (31%).

Tabla II
En tanto que profesor de 2º, buscas sobre todo:
En tanto que alumno, lo más importante para ti es:

	Profesor 284 %	Alumno 1249 %
- hacer adquirir conocimientos útiles para comprender el entorno científico-técnico	37	
- adquirir conocimientos útiles para comprender el entorno científico-técnico		66
- tratar el programa de manera que permita acceder a los estudios científicos	50	
- adquirir los conocimientos necesarios para acceder a los estudios científicos		31
- lo uno y lo otro	7	1
- no responde	6	2

Las preferencias de los alumnos en materia de utilización de soportes pedagógicos confirman esta tendencia dominante; el 75 % desean la explotación en clase de cuestiones científicas de actualidad, de temas de emisiones de televisión, de temas de interés de los alumnos así como visitas a las fábricas, laboratorios o exposiciones científicas.

Se llegará a la conclusión de la existencia de 2 bloques muy desiguales de alumnos, como suponían nuestras hipótesis. En efecto, interrogados sobre las finalidades más importantes para ellos, los alumnos escogen "la adquisición de conocimientos científicos de base" (49 %), unos "elementos de cultura científica y técnica" (33 %), "la preparación a las carreras científicas" (32 %) y "la reflexión sobre el desarrollo científico" (29 %). El total es superior a 100 ya que los alumnos pueden hacer hasta un total de 3 elecciones). El cruce entre estas enseñanzas de las ciencias físicas (tabla 2) no da los resultados que se podrían esperar. En efecto, una sola unión se afirma fuertemente, ella relaciona las opciones: "Adquirir conocimientos necesarios para acceder a los estudios científicos" y "Preparar a las carreras científicas".

¿Cómo interpretar estos resultados? ¿Hay que hacer la hipótesis de una gran fluctuación de la mayoría de los alumnos? La búsqueda de relaciones entre la opción de orientación de la enseñanza de las ciencias físicas y la opción de los aprendizajes más útiles es también igualmente infructuosa. Así cuando se analizan las primeras opciones en materia de aprendizajes útiles para las ciencias físicas (tabla 3), aparecen 2 registros de expectativas que podrían suponer la asociación con una u otra de las orientaciones propuestas. En realidad, de nuevo, una sola opción aparece de forma significativa entre los ítems "Adquirir los conocimientos necesarios para acceder a los estudios científicos y aprender a manipular el material de laboratorio".

Estas relaciones sucesivas constituyen elementos que confirman la existencia de un grupo de alumnos atraídos por una enseñanza de las ciencias físicas en el liceo, esencialmente centrada en la transmisión de conoci-

Tabla III
¿En qué es indispensable que tus alumnos de 2º se ejerciten? (4 respuestas como máximo).
En Física y Química, ¿qué se aprende o se podría aprender más útil? (4 respuestas como máximo?)

	Profesores 284 %	Alumnos 1249 %
a manipular y hacer funcionar material de laboratorio	40	41
a contruir la exposición de una experiencia	4	4
a leer e interpretar curvas y gráficas	27	12
a observar	46	26
a manejar nuevas unidades	6	7
a analizar enunciados	38	8
a extraer los elementos esenciales de un texto	19	6
a tomar notas	4	4
a presentar correctamente los trabajos	22	7
a adquirir mecanismos de razonamiento	76	50
a adquirir mecanismos de transferencia de conocimientos	13	11
a interpretar resultados	45	21
a manipular nuevos objetos técnicos	4	46
a montar objetos de la vida cotidiana	3	44

mientos y destrezas útiles para acceder a estudios superiores científicos; es decir, relevante del paradigma racional ya evocado. Pero el interrogante sobre las representaciones y expectativas de otros alumnos continúa en la medida que la referencia al paradigma humanista aparece ya como insuficiente para dar cuenta de la complejidad de sus respuestas.

2.3. Diversas posiciones

En la realidad se pueden poner en evidencia, gracias a la clasificación operada sobre el conjunto de la población de los alumnos, diversas lógicas de respuestas.

Adhesión o adaptación

Estamos aquí en presencia de 2 tendencias:

- Un grupo (el 20 % del conjunto) cuya representación de las finalidades de la disciplina es bastante estrecha y cuyo horizonte es a corto plazo; ponen el acento en la preparación del examen (Bachillerato) y los conocimientos, operaciones intelectuales o capacidades de manipulación necesarias para superarlos. Para ellos, la enseñanza de las ciencias físicas no debe abrirse a la reflexión sobre el desarrollo científico y técnico y no debe preocuparse de la formación personal y relacional de los individuos. Estas finalidades no están situadas en el campo de la disciplina: "La física, esto es sus bases: mecánica, electricidad, electrotécnica; a nosotros que hemos decidido hacer el bachillerato técnico, esto es lo que nos sirve" (alumno de liceo técnico). Estos alumnos son, por encima de la media, chicos que aprecian poco la disciplinas literarias y se consideran buenos alumnos de ciencias físicas.

– Otro grupo (hacia el 30%) son los que se inscriben en una lógica a más largo término de inserción profesional y social, ligando la enseñanza de la ciencias a los conocimientos necesarios para acceder a los estudios superiores científicos, a las profesiones interesantes. Los aprendizajes más útiles son, para ellos, los que muestran las operaciones intelectuales propias de las ciencias experimentales (“adquirir los mecanismos de razonamiento”, “interpretar los resultados”) y su representación del campo de la disciplina es más abierto que el del grupo precedente, integra el desarrollo de cualidades morales hacia la disciplina (gusto por el trabajo, destacar y obtener resultados, modestia...), la preparación a la adaptación a las situaciones profesionales, y el desarrollo de capacidades útiles en la vida cotidiana. La aceptación de los aspectos de apertura al mundo (reflexión sobre los aspectos políticos, económicos, de desarrollo tecnológico, sobre la utilización de la ciencia) es más moderado; es secundario para ellos, así como el desarrollo de capacidades relacionales. Estos alumnos no se distinguen de la media en el reparto por sexo. Tienen un interés más fuerte por las matemáticas y las ciencias que sus camaradas en conjunto y se sitúan entre los alumnos más jóvenes.

Resignación o deseo de reforma

El conjunto de respuestas de los restantes alumnos permite distinguir 3 posiciones diferentes:

– La 1ª posición (un 15% del conjunto) emana de un grupo más femenino y más joven que la media que se interesa poco o nada por las ciencias físicas. Estos alumnos han interiorizado la visión estrecha de las finalidades de la disciplina que comparten algunos de sus compañeros, para ellos esta disciplina se inscribe en una lógica de preparación a un examen y a estudios científicos superiores. Pero se sienten extraños en esta disciplina, reservada en su opinión a alumnos ya especializados. Esta posición está próxima a las críticas expresadas más arriba.

– La 2ª posición (en torno al 20%) proviene igualmente de alumnos que aprecian poco las ciencias físicas. Son alumnos de más edad que la media pero el sexo no interviene en su caracterización. Esta posición es particular en la medida que parece esencialmente expresar deseos personales como si el cuestionario hubiese sido la ocasión para redefinir las finalidades de una disciplina no cuestionada radicalmente. Estos alumnos desean particularmente adquirir los conocimientos útiles para comprender su entorno científico y técnico y dan gran importancia al desarrollo personal y relacional en la disciplina: “aprender a hacerse opiniones personales”, “reflexionar sobre los aspectos políticos y sociales del desarrollo tecnológico” debe ser prioritario, según ellos, en el curso de ciencias físicas. Así mismo, desarrollar el espíritu crítico en los alumnos y el intercambio entre profesores y alumnos. No se sitúan en una perspectiva utilitarista de la enseñanza (preparar al examen) sino humanista, que privilegia los valores sociales y la formación de hombres y mujeres responsables.

– La 3ª posición (un 15%) es más específicamente femenina y proviene de alumnos más interesados por

las disciplinas literarias que por las matemáticas y las ciencias físicas así como de categorías socioprofesionales superiores y medias superiores. Estos alumnos se caracterizan por el conocimiento de las normas de la disciplina en el sistema educativo actual y su esfuerzo de ampliar este marco es muy restrictivo según ellos. Así ellos consideran como aprendizajes útiles las operaciones intelectuales propias de las ciencias experimentales (p.e. “observar”, “adquirir los mecanismos de razonamiento”, “interpretar los resultados”). Pero estiman que lo más importante para ellos personalmente es “adquirir conocimientos útiles para comprender el entorno científico y técnico” y “reflexionar sobre el desarrollo científico”, sus aspectos políticos y económicos, y sobre las grandes cuestiones que plantea la ciencia. Las metas de apertura al mundo son prioritarias en el marco de la disciplina y creen que la enseñanza en general tiene como objetivos primarios “aprender a reflexionar y desarrollar el espíritu crítico” y “contribuir al desarrollo personal de cada alumno”.

Estas diversas posiciones parece que se pueden interpretar como diferentes modos de responder a la situación institucional de la disciplina en el sistema de enseñanza francés: disciplina obligatoria con un programa común en este nivel de estudios; disciplina científica valorada por su función selectiva, conocida de todos; disciplina que permite el acceso a los estudios más prestigiosos y a la integración profesional y social en el mejor nivel, a condición de aprobarla.

Los unos han interiorizado las normas de la enseñanza de la disciplina y se adhieren sin esfuerzo en la medida que sus gustos convergen con la puesta en práctica de las ciencias físicas en la enseñanza. Otros han interiorizado igualmente las normas de la disciplina pero además son conscientes de su función selectiva y su adhesión más matizada aparece como una adaptación realista al sistema del que han comprendido el funcionamiento. El conjunto de los otros alumnos tiene en común estar poco interesado por esta disciplina. Algunos presentan un comportamiento resignado al fracaso frente a una enseñanza obligatoria organizada al margen de ellos. Otros desarrollan su aspiración a una enseñanza más inclinada hacia la comprensión del entorno científico y la reflexión sobre las relaciones de la ciencia y la sociedad. Los últimos, en fin, a la vez próximos a los anteriores y a los otros más “científicos” muestran sus conocimientos de las normas de esta enseñanza, su capacidad de distanciamiento y sus deseos de apertura hacia la reflexión por oposición a la sola transmisión de conocimientos formales.

Todos tienen en común no contestar radicalmente la existencia de una enseñanza obligatoria de las ciencias físicas. Lo cuestionado es su puesta en acción: el conocimiento hegemónico disociado de la práctica (Girod 1986).

3. FINALIDADES ATRIBUIDAS A LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA Y QUÍMICA POR LOS PROFESORES DE LICÉO

Los datos obtenidos nos conducen a proponer esencial-

mente 2 cuestiones:

- ¿En que medida los profesores de ciencias físicas jerarquizan las finalidades de su enseñanza?
- ¿Cómo ponen en práctica estas finalidades?

3.1. ¿Hacen elecciones los profesores?

Los profesores debían clasificar 11 finalidades sobre una escala de importancia (tabla 4). Estas finalidades estaban centradas en:

- la adquisición de conocimientos, destrezas o métodos específicos de la disciplina
- el desarrollo personal y relacional del alumno
- la apertura al entorno científico y técnico contemporáneo.

Tabla IV

He aquí algunas finalidades atribuidas al curso de ciencias físicas de 2º. Indicar con la ayuda de la escala propuesta el grado de importancia de cada una de esas finalidades.

Importancia	Mucha	Bastante	Poca	Ninguna	NR	T
Finalidades	%	%	%	%	%	%
Enseñar conocimientos básicos del programa	60	41.5	5.6	1	1.9	100
Aprender a montar y realizar experiencias	18.6	60.9	14	2.1	4.4	100
Iniciar al lenguaje científico	28.5	48.5	15.1	3.1	4.8	100
Iniciar al método experimental	45.4	44.7	6.3	0.3	3.3	100
Enseñar técnicas de trabajo intelectual	24.2	52.8	15.8	3.1	4.1	100
Preparar el BAC y estudios ulteriores	29.5	42.2	18.3	4.5	5.5	100
Dar elementos de cultura científica y técnica	27.4	50.3	15.1	0.7	6.5	100
Reflexionar sobre el desarrollo científico y técnico	25	42.2	21.8	4.5	6.5	100
Favorecer la construcción de la personalidad de los alumnos	26.7	37.6	16.9	3.5	15.3	100
Aprender a trabajar e intercambiar con los otros	25.3	48.2	15.8	3.5	7.2	100
Preparar los alumnos a las carreras científicas	11.6	35.9	32.7	10.2	9.6	100

Dos de las proposiciones corresponden a la 1ª categoría: "los conocimientos inscritos en el programa" y "la iniciación en el método experimental", han obtenido las mejores clasificaciones. Son consideradas importantes por un 90% o más de los profesores interrogados y un 50% las han considerado muy importantes. Sin embargo no se puede concluir que una u otra de estas proposiciones constituya la finalidad prioritaria de los profesores de ciencias físicas en este nivel de estudio. En efecto a la cuestión "¿Entre estas finalidades hay alguna prioritaria?", el 50% de los profesores dan una respuesta negativa y las otras respuestas son muy dispersas. Entre las 11 finalidades ofrecidas 8 presentan el mismo perfil: un 25% de los enseñantes las estiman

muy importantes, un 40-50% bastante importantes y un 15-20% poco o nada importantes. ¿Todo pasa como si un 60-70% de los profesores aceptase casi todas las finalidades propuestas?

Se pueden distinguir 3 grupos de respuestas gracias a un análisis factorial de las correspondencias realizado sobre este conjunto de finalidades.

- Las respuestas que consideran muy importante la preparación del examen, la enseñanza de los conocimientos inscritos en el programa, la preparación a las carreras científicas, asociadas a estos que responden (poco o nada importante) la reflexión sobre el desarrollo científico, la formación de la personalidad y la adquisición de capacidades relacionales.

- Las respuestas que creen muy importante el desarrollo personal y relacional de los alumnos así como la adquisición de técnicas, y poco o nada importante la preparación del examen y la enseñanza de conocimientos inscritos en el programa.

- Las respuestas moderadas que consideran bastante importante tanto la enseñanza de los conocimientos, la preparación del examen, y la iniciación al método experimental como la reflexión sobre el desarrollo científico y la formación personal y relacional de los alumnos.

Los 2 primeros grupos de respuestas corresponden a opiniones centradas en la transmisión de saberes propios de la disciplina y en el desarrollo de la personalidad del alumno. Son minoritarios porque estos grupos representan el 15% y 20% de la población. La otra parte de los profesores interrogados, mayoritaria, parece no hacer elección entre las finalidades propuestas y no se adhiere ni al paradigma racional, ni al humanista en este nivel.

Hay que señalar que en las instrucciones oficiales no hay jerarquización de objetivos oficiales.

3.2. ¿Las elecciones se precisan en el paso de las finalidades a los objetivos?

Si la adquisición de conocimientos (inscritos en el programa) une a casi todos los enseñantes de ciencias físicas, no hay acuerdo, como hemos visto, sobre el grado de importancia (mucho o bastante) hay que atribuirle. No aparece tampoco consenso sobre la orientación prioritaria que hay que dar a la transmisión de conocimientos. Podían elegir como los alumnos entre:

- hacer adquirir los conocimientos útiles para comprender el entorno científico y técnico, y
- tratar el programa para permitir a los alumnos acceder a los estudios científicos (tabla 2).

La 1ª proposición recoge el 37% de los sufragios y la 2ª el 50%. Las respuestas a otras cuestiones no permiten situar a los profesores en esta perspectiva dicotómica. Al contrario, aparece más una oscilación entre las

elecciones o una discordancia entre las metas escogidas y su puesta en práctica. Así los profesores parecen a 1ª vista mayoritariamente favorables a la apertura de su disciplina a la vida cotidiana. Lo testimonian sus respuestas a la cuestión sobre los soportes utilizados en la enseñanza: si bien un 30% dice no utilizar jamás temas de emisiones televisivas de divulgación científica y casi un 50% no realizar visitas a fábricas o exposiciones científicas, la oposición a estos apoyos es rarísima. La mayoría de los enseñantes justifican la no utilización de estos recursos manifestando que existen obstáculos institucionales (programas, horarios, dificultades de organización de la salida, falta de posibilidades en y alrededor del establecimiento escolar) y pedagógicas (nivel de los alumnos).

Si se considera una cuestión sobre las metas de apertura al mundo que pondría en relieve la física y química, una sola proposición recoge una gran mayoría de: "Sí, es prioritario", la relativa a la adquisición de elementos de cultura general científica (75%). A continuación: "Entrenar a los alumnos en analizar sus prejuicios y hacerse opiniones personales" no recoge más que un 38% de fuerte adhesión. Sobre las otras metas de apertura al mundo los profesores parecen aún más divididos. Dos ponen en relieve la utilización de conocimientos en la vida social fuera del aspecto profesional:

– "hacer reflexionar a los alumnos sobre los aspectos políticos, económicos, sociales del desarrollo tecnológico";

– "hacer reflexionar a los alumnos sobre las grandes cuestiones (utilización de la ciencia...)".

No son consideradas como prioritarias más que por una minoría de ellos y como secundarias por la mitad. Más de un cuarto consideran que hacer reflexionar a los alumnos sobre los aspectos políticos, económicos y sociales del desarrollo tecnológico no incumbe al ejercicio de su disciplina. La proposición concerniente al desarrollo de las capacidades útiles a la vida cotidiana es rechazada por pocos profesores, pero es considerada como secundaria (56%). Estas respuestas se pueden comparar con las de los aprendizajes indispensables (tabla 3) que hacen más referencia a la práctica de la enseñanza que a las elecciones de orientación. Entre los 5 objetivos rechazados (menos del 6% de elección) se encuentran las capacidades: "manipular los nuevos objetos técnicos" y "mostrar los objetos de la vida cotidiana". Se puede ver una contradicción. Otras respuestas respecto a los aprendizajes confirman esta ambivalencia en las elecciones. Una sola proposición provoca un amplio consenso, la referida a la adquisición de mecanismos de razonamiento. Las 4 proposiciones que obtienen entre 35% y 45% de las elecciones hacen aparecer un abanico de objetivos:

– "observar, interpretar resultados y hacer funcionar el material de laboratorio" que son específicos de los medios de enseñanza y evaluación de la disciplina en el sistema educativo

– "analizar enunciados" específicos de los medios de

enseñanza y evaluación de la disciplina en el sistema educativo.

Las 4 proposiciones siguientes (entre 10% y 30% de las elecciones) ponen en relieve técnicas de trabajo intelectual (p.e., "extraer los elementos esenciales de un texto"). En fin, las 4 menos escogidas (entre 3% y 4%) son, como ya hemos visto, las aplicaciones, pero también capacidades muy específicas del funcionamiento del saber científico como "construir informes de experiencias", "manejar nuevas unidades".

Los grupos de respuestas asociadas que se desprenden del análisis de correspondencia realizado sobre las diferentes cuestiones que acabamos de presentar muestran que:

– las elecciones de aprendizajes indispensables y las respuestas a las otras cuestiones examinadas (orientación de la disciplina, finalidades, metas de desarrollo personal) no están ligadas;

– las relaciones entre las respuestas a estas otras cuestiones hacen sobre todo aparecer los 2 grupos extremos, opuestos y minoritarios ya detectados por el análisis de la cuestión sobre la finalidades. Los cruces 2 a 2 de las cuestiones sobre orientación de la disciplina y la jerarquización de las finalidades o las metas confirman la discordancia de las respuestas de la mayoría de los profesores a las diferentes cuestiones. ¿Cómo interpretarlas yendo más allá de nuestras hipótesis cuya insuficiencia ha sido ya demostrada?

3.3. Discusión de los resultados

Los profesores están invitados simultáneamente a formar a los futuros científicos, a ciudadanos instruidos y a preparar a sus alumnos a superar el examen de fin del 2º ciclo. Estas finalidades explícitas en las instrucciones oficiales ponen en relieve *muchas lógicas implícitas*:

– la del *sistema educativo* con sus programas y sus modos de evaluación que definen el éxito escolar, y

– las de la *disciplina* que puede ser considerada

como una *disciplina objeto*, la meta de la enseñanza es el dominio por los alumnos del saber de la disciplina;

como una *disciplina instrumento*, el saber científico es en esta perspectiva utilizado para otros fines, p.e. sociales y/o técnicos.

Se expresa aquí el problema de la puesta en práctica de estas finalidades en la enseñanza general de la física y la química. Black y Harrison (1985) lo han planteado muy directamente: "Nosotros debemos ser claros en lo que concierne a los conocimientos que todos los ciudadanos necesitan y lo que concierne al nivel en que deben ser comprendidos y utilizados. Este debate conduce a la idea de definir un núcleo". Précisan que los criterios de elección de este núcleo pueden emanar de la estructura interna de una disciplina o de necesidades externas; la extensión de las utilidades cotidianas

(necesidades externas) puede conducir a prioridades diferentes de las que surgen de la estructura interna de la disciplina.

Cuando un contenido de enseñanza es elaborado a partir de una necesidad externa, sus finalidades y sus objetivos se explicitan en términos de competencias, de conocimientos o destrezas relevantes de un dominio que no es el de la disciplina; puede ser el de la vida cotidiana o el mundo técnico, p.e., ser capaz de dominar la utilización de la energía a nivel doméstico (elección del contrato con la compañía eléctrica, elección de los electrodomésticos...), o ser capaz de prever el funcionamiento de circuitos eléctricos simples, constituidos por pilas y bombillas.

Tomemos este último ejemplo al nivel de enseñanza obligatorio y comparemos entre una enseñanza que utiliza pilas y bombillas para introducir la electrocinética y un contenido de enseñanza destinado a permitir operar con circuitos eléctricos compuestos de pilas y bombillas.

El caso de la introducción de la electrocinética es el más corriente en la enseñanza. En general los montajes de pilas-bombillas son el principal soporte experimental. Los conceptos que se desea introducir son los de intensidad y tensión, con la propiedades de circulación y conservación de la corriente, y las leyes de conservación de corrientes, tensiones y la ley de Ohm. Esta modelización permite, si se introduce el concepto de potencia, interpretar los brillos de las bombillas pero no permite interpretar que la pila se gaste.

En el otro caso, el objetivo es dar al alumno un medio de interpretar y de prever los acontecimientos relativos a estos montajes: las pilas se gastan y las bombillas brillan más o menos según el montaje o según sus características.

Para interpretar o prever estos acontecimientos, hay que elaborar un contenido de enseñanza que comporte un modelo utilizando al mínimo las magnitudes de tensión, intensidad, energía, potencia, resistencia, tiempo. Es evidente que estas magnitudes no pueden ser introducidas con la misma significación que la del físico. Es necesario *reconstruir* un modelo que permita interpretar y prever unos acontecimientos en un campo de aplicación mucho más restringido que el de la electrocinética. El modelo a introducir debe ser menos elaborado pero debe ser pertinente para el campo de aplicación dado.

Pondremos de manifiesto alguna de las principales diferencias entre estas 2 aproximaciones, las concernientes a:

– la duración de la enseñanza: la 1ª perspectiva se sitúa en una enseñanza a largo plazo. Los conocimientos adquiridos son poco operatorios pero implícitamente se supone que los conocimientos necesarios para la operabilidad serán adquiridos ulteriormente. La 2ª aproximación, aunque puede constituir una etapa de la adquisición del saber físico, permite operar sobre un campo muy restringido y, en esta perspectiva, no impli-

ca una enseñanza ulterior.

– la diferencia con respecto al saber del físico: en el primer caso, la diferencia es importante pero se supone que será reducida ulteriormente. En el 2º caso esta diferencia debe ser asumida explícitamente. Se justifica en la medida que los criterios de elaboración del contenido de la enseñanza son externos a la disciplina;

– la significación de los conocimientos enseñados. En el primer caso, el alumno debe confiar en la institución sobre la pertinencia de los conocimientos que aprende. En el 2º caso, el modelo propuesto permite prever e interpretar un conjunto de acontecimientos pero se aparta de la física;

– la evaluación de las adquisiciones de los alumnos. En la 1ª aproximación, es difícil delimitar el tipo de cuestiones (de hecho se establece una práctica implícita). En el 2º caso, como el campo de aplicación del modelo es limitado y explícito, el campo de cuestiones que el alumno debe poder responder es explícito.

La importancia de pasar de las finalidades a los contenidos de la enseñanza ha sido ampliamente subrayada (Martinand 1984). Una de las etapas entre las finalidades y los contenidos consiste en explicitar los saberes o las prácticas que van a servir de referencias a la elaboración del contenido. Como hemos visto, estas referencias pueden ser externas o internas a la disciplina en cuestión. Otra etapa concierne a la forma en que ese saber de referencia va a ser transmitido a los alumnos. Teniendo en cuenta las condiciones de enseñanza y las capacidades de los alumnos no puede hacerse tal cual. Hace falta una trasposición (Chevallard 1985), se deben tener en cuenta las limitaciones del sistema educativo.

Del enunciado de finalidades muy generales sobre las que no puede haber más que consenso a la puesta en práctica de un contenido de enseñanza, se pueden hacer numerosas elecciones. Cuando no son explícitas o no hay elecciones, es decir, todas las perspectivas son escogidas, entonces no pueden más que aparecer implícitamente en las prácticas de enseñanza. Así, no es sorprendente encontrar pocos vínculos entre las respuestas que dan los profesores a las cuestiones sobre las finalidades, las metas y los aprendizajes. Estas discordancias manifiestan las dificultades de los profesores frente a las lógicas implícitas y las concomitancias. De hecho han expresado un malestar en las entrevistas previas a los cuestionarios. Aparece a la vez la preocupación por la presentación rigurosa de la disciplina que parece excluir todo aspecto de divulgación y un sentimiento de no responder a las expectativas de los alumnos: "ellos (los alumnos) tienen todavía curiosidad... es difícil satisfacerla... estamos formados para explicar muy rigurosamente".

CONCLUSIÓN

El conjunto de estos resultados muestra la necesidad de una revisión de las hipótesis de partida. Los profesores y alumnos han revelado representaciones complejas y

a veces ambivalentes de la enseñanza de las ciencias físicas. La oposición que proponíamos entre un modelo educativo centrado en la transmisión de conocimientos y un modelo centrado en el desarrollo de la persona son substituidos por lógicas entrecruzadas:

- la de la disciplina, que concierne a referencias internas (disciplina objeto) o externas (disciplina instrumento)

- la del sistema educativo

Las representaciones de la mayoría de profesores y alumnos convergen y ponen de relieve un modelo educativo centrado en la transmisión de conocimientos, teniendo en cuenta el contexto institucional y social de la enseñanza de las ciencias en Francia. De hecho, los profesores parecen tener la doble apuesta de la disciplina objeto y la disciplina instrumento. Análisis más profundos muestran que se sitúan más en la perspectiva de la enseñanza de una disciplina objeto delimitada por las limitaciones del sistema educativo. Numerosos profesores son conscientes de apagar la curiosidad de sus alumnos y no promover el gusto por su disciplina. Las ciencias físicas constituyen la materia menos apreciada en los liceos sin que ellos cuestionen la enseñanza en el liceo. Los alumnos están, en realidad, divididos en 2 grupos casi iguales: uno se adhiere

a la lógica de la disciplina instrumento, situándose más a menudo en una perspectiva de éxito escolar; la otra se adhiere a la lógica de la disciplina objeto unida a la del sistema educativo. Pero la aceptación de las normas de enseñanza de la disciplina no está siempre desprovista de reticencias y de cálculos y una mayoría se desprende, de hecho, en la perspectiva de la disciplina instrumento.

Así, tanto los alumnos como los profesores atribuyen finalidades y metas a las ciencias físicas según lógicas entrecruzadas. Si las ligaduras del sistema educativo pesan tan fuertemente sobre las representaciones de los unos y de los otros, profesores y alumnos se apartan considerablemente sobre las elecciones concernientes a las posibilidades del saber disciplinar enseñado: desarrollo del conocimiento científico o utilización social.

Estos resultados hacen urgente la profundización de la reflexión sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias a nivel de liceo y sobre las condiciones de operacionalización de las elecciones que es necesario hacer. Las disciplinas escolares no son áreas de realidad impuestas epistemológicamente, sino sistemas sociales contruidos con interferencias múltiples (Young 1971).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARTIGUES, M. y DOUADI, R., 1986. La didactique des mathématiques en France. *Revue Française de Pédagogie*. Vol. 76, pp. 69-88.

BERTRAND, Y. y VALOIS, P., 1982. *Les options en éducation*. (Gouvernement du Québec, Ministère de l'Éducation, Direction de la recherche: Québec).

BLACK, P., 1984. National monitoring of school science performance in the United Kingdom. *In Research on physic education: proceedings of the first international workshop* (CNRS: París), pp. 363-382.

BLACK, P. y HARRISON, G., 1985. *In place of Confusion. Technology and science in the school curriculum*. (Nuffield-Chelsea Curriculum trust: London).

CHEVALLARD, Y., 1985. *La transposition didactique*. (Grenoble: La pensée sauvage).

CONSEIL DES SCIENCES DU CANADA, 1984. *A l'école des sciences*. (Centre d'édition du Gouvernement du Canada).

CONSEIL DES SCIENCES DU CANADA, 1984. *L'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes* (3 vol.). (Centre d'édition du gouvernement du Canada).

- GIROD, R., 1986. Grand public et savoir scientifique. *Revue Française de Pédagogie*, 76, pp. 49-56.
- HAÜSSLER, P., 1987. Measuring students' interest in physics-design and results of a cross-sectional study in the Federal Republic of Germany. *International Journal of Science Education*, 9(1), pp. 79-92.
- LEDERMAN, N.G., 1986. Relating teaching behavior and classroom climate to changes in students' conceptions of the nature of science. *Science Education*, 70(1), pp. 3-19.
- LYNN TALTON, E. y SIMPSON, R.D., 1986. Relationships of attitudes toward self, family, and school with attitude toward science among adolescents. *Science Education*, 70(4), pp. 365-374.
- MARTINAND, 1984. Questions pour la recherche: la référence et le possible dans les activités scientifique scolaires, en *Research on physics education: Proceedings of the first international workshop*. (CNRS: París), pp. 227-255.
- SCHIBECI, 1986. Images of science and scientists and science education. *Science Education*, 70(2), pp. 139-149.
- SHULMAN, L.S., 1986. Paradigms and research programs in the study of teaching: A Contemporary Perspective, en *Handbook of Research on Teaching*. (Wittrock, M.C. Ed.), (Macmillan Publishing Company: N.Y.), pp. 3-36.
- TIBERGHEN, A., 1985. Quelques éléments sur l'évolution de la recherche en didactique de la physique. *Revue Française de Pédagogie*, 72, pp. 71-86.
- YOUNG, M.F.D., 1971. *Knowledge and Control. New Directions for the sociology of Education*. (Collier-Macmillan: London).