

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA

DEPARTAMENT DE DIDÀCTICA DE LES CIÈNCIES
EXPERIMENTALS I SOCIALS



La imagen de la Física y la Química e
implicaciones en su enseñanza
aprendizaje

Trabajo de investigación

María Rosa Monserrat Jover

Jordi Solbes Matarredona y

Carles Furió Más

Valencia, Septiembre de 2006

Presentación e índice

Vivimos en una época en la que la ciencia y los avances tecnológicos se ven reflejados en la sociedad y en sus cambios más que nunca, esta influencia cada vez mayor de la ciencia en la sociedad comenzó en el siglo XVII, cuando la ciencia abandona los círculos más ilustrados. Desde este momento, comienza una interacción entre revolución científica-revolución social que nos han hecho llegar al momento actual en el que nos encontramos, inicio de la era nuclear, el desarrollo de los armamentos y la problemática medioambiental.

El impacto social de la ciencia y las relaciones mutuas ciencia, tecnología sociedad y medio ambiente (CTSA), así como la generalización de la educación provocó una necesidad de formar científicamente a los ciudadanos del mundo como una forma de garantizar el desarrollo de un país.

Esta necesidad implica un aumento en la inversión en educación y administraciones como la National Research Council considera la alfabetización científica para todos como una necesidad urgente.

Así, en la conferencia Mundial sobre ciencia para el siglo XXI celebrada en junio de 1999, propiciada por la UNESCO y el Consejo internacional para la ciencia (ICSU), se señala la necesidad de impartir una educación científica básica para todos con el fin de que los países estén en condiciones de atender a las necesidades fundamentales de su población.

También se plantea la necesidad de que la enseñanza de las ciencias contribuya a la formación de futuros ciudadanos, para evitar que la información y las decisiones sobre la ciencia estén cada vez en menos manos y permitir que los ciudadanos puedan opinar, participar y votar sobre temas científicos.

Esta alfabetización científica presenta varios problemas. El primero de ellos, es la disminución de los alumnos de secundaria que cursan asignaturas científicas por falta de interés. Es por ello, que el tema de las actitudes constituye una de las líneas de trabajo de mayor auge, como pone de manifiesto la gran cantidad de trabajos, artículos y revisiones bibliográficas publicadas (Vilches 1994, San Valero y Solbes 1995, López Cerezo 1998 a).

Estas líneas de investigación se encuentran consolidadas por las universidades, asociaciones e instituciones de diferente ámbito que ofrecen cursos,

boletines, revistas y libros; también, tienen lugar congresos, simposiums y encuentros a nivel internacional.

La creciente preocupación se puede ver reflejada también en documentos de diferentes asociaciones de profesores (ASE 1979, 1981, 1987; NSTA 1982).

A pesar de este aumento en la investigación, Matthews (1990) señala que en los EEUU a finales de los 80, 7100 institutos no tenían cursos de Física, 4200 no tenían de Química y 1300 no tenían de Biología; Dunbar (1999) afirma que, en el Reino Unido el número de estudiantes que eligen Química se ha desplomado en un 70 %, desde unos 205000 en 1989 hasta unos 62000 en 1991, y lo mismo se detecta en otros países.

¿Qué está pasando con la enseñanza -aprendizaje de las ciencias? ¿Por qué a pesar de un aumento de la investigación sobre la enseñanza no estamos consiguiendo los objetivos buscados?

Estas preguntas constituyen una de las líneas de trabajo en el campo de la didáctica y se están generalizando los trabajos presentados en el campo de las actitudes y la dimensión axiológica. Las conclusiones de estos trabajos han llevado a resultados muy similares, independientemente de la línea de investigación, el investigador y el país de procedencia del programa de investigación.

La psicología educativa está contribuyendo a desarrollar el constructivismo, según el cuál, el aprendizaje se produce cuando cada uno es capaz de producir sus propios significados y éstos convergen en los conocimientos que se pretenden enseñar.

La investigación didáctica de las ciencias ha aumentado progresivamente sus contribuciones en la mejora de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, centrándose en la preocupación por superar las ideas previas y concepciones alternativas de los alumnos, en la forma de realizar los trabajos prácticos, en cómo se evalúan los conocimientos científicos, en la aportación de la historia de la ciencia, las interacciones CTSA, etc.

La generalización de la educación y el aumento de las investigaciones sobre la mejora de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias deberían de haber ido acompañadas de una mayor alfabetización científica de la sociedad. El trabajo que ahora presentamos va a mostrar que no sólo no es así, sino que hay una huída progresiva de los estudios de ciencias a nivel general y de los de Física y Química en particular.

En este trabajo nos centraremos en plantear como problema la existencia de un desinterés en el estudio de las ciencias en la enseñanza obligatoria y a intentar buscar sus causas y los posibles aspectos en los que hay que trabajar para que esto no suceda. El contenido de este trabajo se presenta en el índice que se explicita a continuación.

Responder estas preguntas es el motivo de estudio de una de las líneas actuales de investigación en didáctica de las ciencias como es el de la dimensión axiológica del aprendizaje y las actitudes de los estudiantes hacia las ciencias.

Índice

Capítulo 1: Relevancia y planteamiento del problema.....pág 9

Capítulo 2: Emisión y fundamentación teórica de la hipótesis

principal pág 13

2.1.-Enunciado de la hipótesis principal sobre la imagen negativa de la Física y la Química y sus implicaciones en su enseñanza-aprendizaje

2.2.-Fundamentación teórica de la hipótesis principal

2.2.1.- Imagen pública de la ciencia

2.2.1.1.- La ciencia no forma parte de la cultura

2.2.1.2.-Historia de la ciencia

2.2.1.3.-La sociedad culpabiliza a la ciencia de los problemas actuales

2.2.1.4.- La comunidad científica tampoco ayuda a su divulgación.

2.2.2.- Relaciones género-aprendizaje de las ciencias

2.2.2.1.-Ausencia de las científicas y sus aportaciones al continuo avance de la ciencia y la tecnología.

2.2.2.2.-Visión estereotipada

2.2.3.- El medio escolar

2.2.3.1. La finalidad de la enseñanza de las ciencias

2.2.3.2. Carácter tradicional de la evaluación del aprendizaje de las ciencias

2.2.3.3. El profesorado y las innovaciones curriculares CTSA

2.2.3.4. Currículo educativo

2.2.3.5. Los libros de texto

Capítulo 3: Diseño experimental para contrastar la primera

Hipótesis.....pág 35

3.1.-Operativización de la hipótesis

3.2.-Diseño experimental para contrastar la hipótesis.

3.2.1. Diseño para contrastar la imagen de la ciencia y las actitudes que tienen los alumnos.

3.2.1.1. Criterios de valoración de los datos de matriculación para contrastar la disminución de alumnos en Ciencias y la cuestión de género.

3.2.1.2. Presentación de los Cuestionarios a alumnos

3.2.1.3. Criterios de valoración de los cuestionarios diseñados para contrastar la imagen de la ciencia que poseen los alumnos.

3.2.1.4. Presentación de las entrevistas diseñadas para contrastar la imagen de la ciencia que poseen los alumnos.

3.2.1.5. Criterios de valoración de las entrevistas diseñadas para contrastar la imagen de la ciencia que poseen los alumnos.

3.2.2. Red de análisis de libros de texto

3.2.2.1. Presentación de la Red de análisis de libros de texto

3.2.2.2. Criterios de valoración de la red de análisis de libros de texto

3.2.3. Diseño para contrastar el papel del profesorado en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

3.2.3.1. Presentación de los cuestionarios P1, P2 y P3 para contrastar el papel del profesorado.

3.2.3.2. Criterios de valoración de los cuestionarios P1, P2 y P3 para contrastar el papel del profesorado.

3.2.4. Diseño para contrastar la imagen pública de la ciencia

Capítulo 4: Presentación y análisis de resultados de la primera

hipótesispág 59

4.1. Presentación y análisis de los resultados de los datos de matriculación.

4.2. Presentación de los resultados obtenidos con los cuestionarios a los alumnos

4.2.1. Análisis de los resultados del cuestionario 1.

4.2.2. Análisis de los resultados del cuestionario 2.

4.2.3. Análisis de los resultados de las encuestas

4.3. Resultados obtenidos con los cuestionarios sobre la visión que aportan los libros de texto de la ciencia

4.4. Análisis de los resultados obtenidos con los cuestionarios de los profesores

4.4.1. Resultados obtenidos del primer cuestionario

4.4.2. Resultados obtenidos del segundo cuestionario

4.4.3. Resultados obtenidos del tercer cuestionario

4.5.-Imagen pública de la ciencia

Capítulo 5 Conclusiones y perspectivas.....pág 93

Referencias Bibliográficas.....pág 95

Anexo: Libros utilizados en el análisis de textos.....pág 107

Capítulo 1: Relevancia y planteamiento del problema

La disminución del número de alumnos de secundaria que se inclinan hacia el estudio de Física y Química es una evidencia, ya que los resultados de investigación apuntan de manera clara en esa dirección. Más complejo es el análisis de las causas que hacen que se produzca esta disminución. Hay trabajos que ponen de manifiesto que la ausencia de relaciones CTS y de aspectos relevantes de historia de la ciencia en la enseñanza (Solbes y Vilches 1992, y Solbes y Traver 1996) contribuyen de manera clara al desinterés de los alumnos. Es paradójico que esto suceda en la época en la que vivimos, donde la ciencia y la tecnología están presentes en todas las actividades de la vida cotidiana.

Ahora más que nunca el impacto social de la ciencia y las relaciones mutuas entre ciencia, técnica, sociedad y medio ambiente han sufrido un cambio histórico en las que el poder de la ciencia inspira un cierto recelo, haciendo de manera velada culpables a los científicos de las responsabilidades de toda clase de efectos nocivos.

Actualmente vivimos en un mundo dominado por los avances de la ciencia y la tecnología. Todos estos avances de la sociedad en la que vivimos han provocado una presencia cada vez más importante de los conocimientos científicos en los currículos educativos. Ahora bien, la orientación habitual del currículo de ciencias da preferencia a los contenidos de carácter conceptual y operativo, mientras se ignora plantear en qué medida la ciencia debe formar parte del marco cultural (García Moliner 1995). Por la forma en la que se ha ido incorporando la ciencia al sistema educativo podríamos decir que la sociedad se ha preocupado prioritariamente de la formación de futuros ciudadanos que se han de dedicar de lleno a la actividad científica y tecnológica, mientras que se ha olvidado de que la ciencia forma parte del legado cultural de la humanidad (Bachelard 1938).

La enseñanza de la ciencia se ha centrado en una formación propedéutica, de la preparación de los científicos y tecnólogos que necesita el sistema I+D+I (investigación, desarrollo e innovación) pues se entiende que la ciencia y en la tecnología están la bases de la prosperidad económica y del bienestar de la sociedad (Furió et al 2000).

La orientación convencional de la enseñanza de las ciencias muestra un carácter elitista puesto que se ha dirigido, sobre todo, a un alumnado más selecto y especialmente más motivado (Hodson 1994), mientras que ha ignorado al conjunto de la población necesitada de una alfabetización tecnocientífica que muestre el lado más humano de la ciencia y la tecnología presentándola como una actividad

vinculada al avance general de las conquistas de la humanidad. Podríamos decir que se ha puesto más énfasis en enseñar ciencia y se ha olvidado de la importancia de enseñar sobre ciencia (Hodson 1994)

Pero, la ciencia ha aportado unos valores innegables de pensamiento crítico y racionalidad, y como tal se tendría que considerar imprescindible para la formación integral de todos los ciudadanos más allá de la especialización profesional (Jenkins 1994; Matthews 1994b).

Esta contribución de la ciencia a la formación ciudadana no va acompañada de una presentación humanista de la ciencia en el sistema educativo. Así por ejemplo, desde el siglo XIX, la educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato se sigue reforzando la división tradicional de los conocimientos en disciplinas inconexas donde la separación entre las ciencias y las letras suele ser un referente habitual en la escuela.

Actualmente, y gracias a la didáctica de las ciencias, existen muchas propuestas innovadoras para mejorar esta enseñanza-aprendizaje de las ciencias experimentales que ponen énfasis en conseguir el cambio conceptual, metodológico y actitudinal en los alumnos pero, por desgracia, no han contribuido a modificar los hábitos que afectan a Física y Química como materias más orientadas hacia una élite de estudiantes ya predispuestos hacia las ciencias.

Esta idea no es la primera vez que se trata Bachelard, en 1938, ya hablaba de que la ciencia suele aparecer como una actividad separada de la cultura, es decir, no se considera parte de la cultura general, por lo que no es necesario su difusión a la totalidad de la sociedad. Es necesario cambiar la visión socialmente descontextualizada de la ciencia que todavía se transmite en la enseñanza como si el conocimiento científico no fuera el resultado de los esfuerzos llevados a cabo por hombre y mujeres preocupados por los problemas de su entorno social.

Junto a esta descontextualización social de la ciencia existe en el profesorado una excesiva preocupación por el formalismo matemático donde pocas veces se justifican de manera adecuada estas prioridades operativas enmascarando el significado cualitativo de los conceptos científicos. Es decir, en la enseñanza se transmite una visión rígida y operativista de la ciencia junto con una visión empiro-inductivista de su naturaleza.

De manera general, podemos decir, que hay una desvinculación clara entre el saber científico y los problemas globales del conocimiento, ya que faltan aquellos aspectos que podrían ayudar a entender la ciencia como una parte más de la cultura humana así como que se ha de favorecer la adquisición de una cultura científica para toda la sociedad. La necesaria implicación de los ciudadanos en la toma de decisiones que afectan a su bienestar nos recuerda la posición de un científico tan popular como Albert Einstein que apoyó la educación científica y su necesidad:

“Para que una ciudadanía informada pueda de forma inteligente determinar y dar forma a su acción, y que aproveche el mayor interés, propio y de la humanidad” (Einstein 1905).

Hay que hacer énfasis en contraponer:

- la relevancia de que los futuros ciudadanos se alfabeticen científicamente (ya expresado hasta aquí) y,
- el rechazo actual de los estudiantes respecto de los estudios científicos y, en particular, de los estudios de Física y de Química en la secundaria obligatoria.

Este rechazo supone aceptar la existencia de actitudes negativas, o al menos, pasivas hacia el aprendizaje de las Ciencias entre cuyas dimensiones están el tener una imagen negativa-en el sentido de tener un bajo autoconcepto respecto al éxito de sus estudios,”se consideran difíciles”- presentan desinterés hacia los mismos, tener poca satisfacción personal en estos estudios “se consideran aburridos”, etc.

Para acabar tratando de analizar aquellos aspectos o factores personales y sociales que pueden influir en aquellas actitudes negativas y, en particular, en el desinterés estudiantil.

Interesaría estudiar cómo el medio escolar puede contribuir a invertir la situación problemática en las relaciones de los alumnos con el aprendizaje de las ciencias.

Finalmente se tratará de centrar el estudio en analizar cómo la enseñanza de la Física y Química está contribuyendo a agudizar este problema actitudinal y cómo se puede paliar en las aulas.

En este proyecto nos interesa estudiar la imagen escolar de la ciencia y cómo se puede modificar, por lo que nos centraremos en aquellos aspectos que contribuyen a dar una imagen más positiva de la ciencia.

Las preguntas que orientarán este trabajo son las siguientes:

¿Existe una imagen negativa y desinterés hacia la enseñanza de las ciencias? ¿Cuáles son sus causas?

¿Se tienen en cuenta en la enseñanza de la Física y Química la imagen negativa y el desinterés de los alumnos hacia las mismas? ¿Conocen contribuciones positivas de la ciencia y los valores que aporta?

Capítulo 2: Planteamiento de la hipótesis

2.1.-Enunciado de la hipótesis principal sobre la imagen negativa de la Física y la Química y sus implicaciones en su enseñanza-aprendizaje

La crisis de la enseñanza en la educación secundaria alcanza en este momento la mayoría de los países, especialmente en las áreas de ciencias (Fourez, 1999, 2002). Esta crisis está provocando una disminución de los alumnos matriculados en carreras universitarias. El continuo descenso de estudiantes en los estudios de ciencias y tecnología, así como en las profesiones relacionadas con las ciencias y la tecnología es consecuencia, entre otros factores, de la enseñanza que se practica.

Las actitudes negativas de los alumnos hacia la ciencia y la tecnología, adquiridos a lo largo de toda la escolaridad, son el núcleo central del problema (Solbes y Vilches, 1992 y 1997; Acevedo, 2005 a; Fensham, 2004; Lindhl, 2003; Sjøberg, 2004; Sjøberg y Schreiner, 2005).

La imagen inadecuada de la ciencia y de los científicos que se transmite en la enseñanza constituye un doble perjuicio (Martín Díaz, 2005). En primer lugar, porque no da a los estudiantes una visión adecuada de la ciencia y la tecnología. Y en segundo lugar, porque contribuye a inducir a los alumnos a su elección universitaria que, unos desechan aunque deberían acogerlos, y otros, los eligen erróneamente para después abandonarlos (Aikenhead, 2003 a).

La escasa alfabetización científico-tecnológica de la mayor parte de la población es una evidencia que requiere soluciones. La importancia de la ciencia y la tecnología, no sólo para la investigación, la economía y la industria, sino por la cultura general de la ciudadanía en las sociedades democráticas, es incompatible con el analfabetismo y la incomprensión pública de la ciencia y la tecnología (Cross, 1999).

El olvido del ámbito afectivo por una enseñanza de las ciencias propedéutica origina que muchos estudiantes perciban la ciencia escolar como autoritaria, difícil, aburrida, irrelevante e impersonal, lo que les hace rechazarla y evitarla. De este modo, se frena la alfabetización científico-tecnológica de la mayoría de los ciudadanos y, en particular de algunos grupos de personas, un ejemplo claro es que la ciencia y la tecnología tiene cierto sesgo masculino que aumenta la incomodidad de muchas alumnas de ciencia y tecnología, sobre todo en físicas y en ingenierías. Las chicas suelen tener actitudes más negativas respecto a la ciencia y tecnología y,

escogen estudios en ciencia y tecnología en menor proporción que los chicos (Acevedo, 2005 a; Sjøberg, 2004; Sjøberg y Schreiner 2005).

Por todo ello, el enunciado de nuestra hipótesis es el siguiente:

Nuestra primera hipótesis es que sí existe desinterés y que se trata de un fenómeno complejo, multicausal: de organización escolar, de género, de imagen pública de la ciencia, y de la propia enseñanza de la misma.

La enseñanza de la Física y Química no lo tiene en cuenta y se centra en los aspectos cuantitativos, operativos e ignora algunos aspectos de las ciencias que, según la investigación en didáctica de las ciencias, podrían contribuir a incrementar el interés hacia aquellas materias con un tratamiento más cualitativo, experimental, más contextualizado, que muestre sus contribuciones para resolver problemas y necesidades humanas.

2.2.-Fundamentación teórica de la hipótesis principal

En este momento existe una gran preocupación en la didáctica de las ciencias en cuanto a la necesidad de una alfabetización científica de la ciudadanía, pero esta alfabetización debe comenzar, como es lógico, en la escuela.

Esta necesidad choca con un gran problema, la huída paulatina de alumnos que cursan las asignaturas de ciencias, y con el desinterés de los alumnos hacia el estudio de las ciencias.

El tema de las actitudes es una de las líneas de investigación en didáctica de las ciencias con mayor auge, lo que ha provocado un aumento de los trabajos relacionados con este tema. Se potencian nuevas formas de enseñar que pretenden despertar el interés de los alumnos.

A pesar de estas líneas de investigación y sus propuestas, son diversos los autores que siguen denunciado el poco interés de los alumnos hacia las ciencias, ampliamente demostrado por la disminución de alumnos matriculados en ciencias, fenómeno no exclusivo de nuestro país, sino más bien generalizado (Matthews , 1991; Dunbar, 1999).

La persistencia del desinterés de los alumnos hacia el estudio de las ciencias ha provocado que diversos autores comiencen a buscar y estudiar las causas de este desinterés (Yager y Penick; Solbes y Vilches, 1989), pero todos estos estudios se centran únicamente en la forma de la enseñanza. Pero, nosotros proponemos que el problema no se puede reducir únicamente al ámbito de la enseñanza, ya que es un fenómeno multicausal en el que se mezclan causas de diferente índole basándose en las posibles influencias sobre el alumnado de:

a) Las visiones deformadas de la ciencia que existen en la sociedad (imagen pública elitista, descontextualizada socialmente, ahistórica, poca divulgación científica,...)

b) Variables estructurales del medio escolar (currículo, organización escolar)

c) Factores atribuibles al proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias tales como las finalidades de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, objetivos y contenidos del currículo, visiones deformadas de la ciencia y su enseñanza por profesores y libros de texto y, finalmente, la evaluación en los cursos de ciencia.

A partir de estos “clusters” se pueden derivar de forma lógica los siguientes apartados:

1. Imagen pública de la ciencia.
2. Relaciones género-aprendizaje de las ciencias.
3. El medio escolar

2.2.1.- Imagen pública de la ciencia

Todas las encuestas que se hacen entre el público sobre el grado de conocimientos científicos llegan a conclusiones similares. En primer lugar, la respuesta más abundante es “no sabe, no contesta”, lo que indica claramente que la sociedad está poco informada sobre cuestiones científicas. En segundo lugar, se suelen considerar como avances científicos más importantes desde 1945 el motor a reacción, el código genético, la televisión en color, el ordenador o los viajes espaciales, lo que pone de manifiesto la confusión entre ciencia y tecnología. El aspecto que más interesa a la sociedad son las aplicaciones en la vida cotidiana. (Resulta paradójico que aquello que más interesa a la sociedad es lo que menos se enseña en la escuela). (Martín Díaz, 2005).

Otra de las conclusiones que se extraen de estas encuestas es que la sociedad considera a la ciencia objetiva en continuo progreso, y sobre la que no se puede actuar, ya que está situada en manos de unos pocos hombres, blancos y de procedencia occidental.

2.2.1.1.- La ciencia no forma parte de la cultura

Además de estos datos sobre la concepción de la ciencia en la sociedad, se sigue planteando que las ciencias y las letras son cosas distintas, no relacionadas, y no se considera a la ciencia parte de la formación cultural de cualquier ciudadano.

Las ciencias y las letras se consideran áreas inconexas, de las cuáles, únicamente las letras son importantes en el bagaje cultural de la sociedad, de forma que no se da tanta importancia a los errores asociados a conceptos científicos, como a los errores ortográficos, de literatura, de arte, de historia. Cualquier persona puede presumir de cultura aunque desconozca los avances en ciencia y tecnología. Se puede permitir a un ciudadano cometer errores graves en ciencia y considerarlo culto, pero es inadmisibles que cometa errores ortográficos, o en el conocimiento de obras y autores de arte o literatura.(Solbes, 2002).

Los medios de comunicación hacen más hincapié en la divulgación de temas como arte, literatura, política, economía, etc., pero escasa (por no decir nula) dedicación a la divulgación de temas científicos, y cuando lo hace, es para tratar aspectos que favorecen la visión negativa de la ciencia: aspectos de contaminación, de residuos, de vertidos, de carrera armamentística, etc.

Tanto la prensa, la radio como la televisión fomentan esta imagen negativa de la ciencia y, no dando espacio a temas científicos, la separan de la cultura y del interés de la sociedad. No consideran necesario el conocimiento de los aspectos científicos.

2.2.1.2.-Historia de la ciencia

España no ha sido uno de los países en los que se haya apostado por la ciencia. Así, las inversiones en ciencia y tecnología son sustancialmente inferiores a las inversiones de nuestros países vecinos.

Históricamente no ha existido preocupación por la cultura científica y se han cometido barbaridades del estilo “la ciencia son estudios propios de los países del norte” afirmación de un ministro español del siglo XIX, o “que inventen ellos” como citaba Unamuno.

Además, en las encuestas realizadas a la población no se conocen científicos españoles, únicamente se cita en contadas ocasiones a Ramón y Cajal.

Todo esto contribuye a que la sociedad tenga un sentimiento de desconexión con la ciencia y sus avances, se siente fuera de esta evolución. España no es un país de científicos, ni es necesario el conocimiento de estos avances.

2.2.1.3.-La sociedad culpabiliza a la ciencia de los problemas actuales

Existen grupos sociales como los ecologistas y grupos de antiglobalización, con mucha repercusión mediática, que consideran a la ciencia culpable de la

situación actual de la sociedad: la diferencia entre países ricos y países pobres, problemas de contaminación, carrera armamentística, etc. En estas ideas también convergen los grupos que siempre se han opuesto a la ciencia, como los grupos creacionistas o los fundamentalistas. Estos grupos con gran difusión en los medios de comunicación social presentan a la sociedad una visión negativa de la ciencia, y esta visión se traslada a la sociedad.

2.2.1.4.- La comunidad científica tampoco ayuda a la divulgación de sus progresos y problemas.

A todo esto hay que sumarle que, históricamente, ha sido la propia comunidad científica la que no veía necesario la divulgación de la ciencia para la sociedad, por lo que, no tenía un excesivo interés en la presentación, de sus trabajos, investigaciones y avances a la sociedad para hacerle partícipes de éstos.

Los avances científicos eran publicados por científicos para científicos. Por lo que el conocimiento científico quedaba limitado a unos círculos cerrados.

Esto ha cambiado en la actualidad, aunque no en exceso, hay una mayor proliferación de revistas científicas, escritas para la comprensión de toda la sociedad

Aún así, no hemos conseguido la misma relación entre científico-sociedad, como la relación artista-sociedad, literato-sociedad. Y la sociedad mantiene la imagen estereotipada de científico como varón, encerrado sólo en su laboratorio, desconectado de la sociedad, con aspecto desaliñado y de raza blanca.

2.2.2.- Relaciones género-aprendizaje de las ciencias

Los problemas de género se pueden fundamentar en razones históricas y sociológicas.

Hay una evidente desigualdad histórica y problemas de visibilidad de las contribuciones de las mujeres al campo de la ciencia, de los que son responsables la forma de firmar las publicaciones, un sistema educativo que no las da a conocer, la falta de premios (Traver, 1996; Solbes, 2002). Algunos autores hablan de diferencias neurológicas y psicológicas entre chicos y chicas difícilmente superables, que no compartimos. Y por último, otros hablan de la “vulnerabilidad al estereotipo” de que las chicas “no pueden con los estudios de Matemáticas y Física”, que genera ansiedad y hace que la profecía se cumpla (Bain, 2005).

Un ejemplo de esta falta de visibilidad son los numerosos estudios que ponen de manifiesto la inferioridad numérica de las mujeres en ciencia y tecnología en

diversos niveles educativos y profesionales. Así, en las conclusiones extraídas de la IV Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre la mujer celebrada en Pekín en 1995, apuntaban en general a un estancamiento (en algunos casos, incluso regresión), de la participación de las mujeres en actividades científicas y tecnológicas en comparación con los datos de 1985, año de la III Conferencia de Nairobi.

Esta participación se encuentra, alrededor del 30 % y corresponde a niveles de baja responsabilidad, en puestos altos se encuentra entre un 5 % y un 10 % de mujeres. (Clair, 1996)

Estos datos demuestran una clara relación entre ciencia y género, de forma diferente en función del sexo. Las razones de esta diferencia son:

- a) la falta de incorporación de las mujeres a la profesión científica
- b) la visión masculina de la ciencia que existe en la sociedad

2.2.2.1.-Ausencia de las científicas y sus aportaciones al progreso de la ciencia y la tecnología.

La incorporación de las mujeres a la ciencia es un tema reciente.

Desde la antigüedad hasta el siglo XVIII la marginación científica de la mujer no es más que otro ejemplo de su marginación social. Pero, esto no significa que no existieran. Algunas se ocultaban por el nombre masculino de su marido, hermano o padre con el que trabajaban, por ejemplo las astrónomas Sophia Brahe y Carolina Herschel o la química, Marie-Anne Lavoisier.

En el siglo XIX cuando comienza la institucionalización de la ciencia aparecen puestos de trabajo para científicos, generalmente como profesores universitarios, y también se encuentran pocas mujeres en la ciencia ya que hasta mitad del siglo no se permitía cursar a las mujeres estudios secundarios, por lo que, obviamente, no podían acceder a la universidad. Tendrán que esperar más tiempo para poder realizar una carrera universitaria.

Sólo comienzan a aparecer científicas destacadas al final del siglo XIX y principios del siglo XX. Pero, aún así, existen otras razones que enmascaran sus contribuciones recientes. La ciencia es un trabajo colectivo y sólo aportaciones muy destacadas reciben el apellido de sus autores.

Otro indicador es el escaso número de mujeres que han recibido el Premio Nóbel en materias científicas. Desde 1900 se pueden contar con un poco más que los dedos de las manos. De Física solo hay dos, M. Curie en 1903 y Marie Goepper-Mayer en 1963. De Química 3, M. Curie en 1911, Irene Joliot-Curie en 1935 y Dorothy Crowfoot en 1964. De Medicina y Fisiología 7, Gerty Cori en 1947, Rosalyn Yallow en 1977, Barbara McClintock en 1983, Rita Levy-Montalcini en

1986, Gertrude Elion en 1988. C. Nusslein Volhand en 1995, Linda B. Buck en 2004.

Por lo tanto, para modificar esta situación se debe reconsiderar el papel de las mujeres en la ciencia y la tecnología. Y se debe comenzar por reescribir la historia de la ciencia y recuperar del olvido mujeres que, pese a haber hecho contribuciones destacables en el ámbito científico-tecnológico, han sido silenciadas por la historia tradicional.

Este olvido se debe a diferentes tipos de sesgos, o a concepciones estrechas de la historia de la ciencia que reconstruyen la disciplina sobre los nombres de los grandes personajes y teorías y prácticas exitosas, dejando de lado otras actividades y contribuciones en modo alguno colaterales al desarrollo de la ciencia. Ejemplo claro es el de Rosalind Franklin sin cuyas aportaciones no se habría descubierto el modelo de doble hélice del ADN, pero que ni siquiera Watson y Crick la nombraron ni la recordaron en la entrega del premio Nóbel por el descubrimiento de la doble hélice del ADN.

Existe una distorsión histórica por el hecho de que la mujer raramente aparezca como protagonista en la historia, no sólo de la ciencia, sino en todas las facetas de la humanidad.

Los historiadores cometen sesgos debido a que sus explicaciones o interpretaciones han de pasar por el tamiz de lo que el paso del tiempo ha permitido que les llegara, con la subjetividad que ello conlleva. Les ha llevado a cometer errores y/u omisiones, consciente o inconscientemente, respecto a las contribuciones de científicas y tecnólogas en la construcción de la ciencia.

2.2.2.2.-Visión estereotipada de género en la enseñanza de las Ciencias

Uno de los objetivos fundamentales de las líneas de investigación en didáctica de las ciencias es conseguir que cada vez las mujeres accedan a este terreno con más facilidad, como estudiantes y profesionales.

Qué enseñar y cómo hacerlo son los retos pedagógicos planteados que pasan por desvelar previamente el “currículo oculto” que impregna una enseñanza que se presenta como igualitaria y no sexista, pero que sigue poniendo trabas y dificultades a uno de los dos sexos. Las niñas están en inferioridad tanto en los programas formales (los contenidos enseñados) como en los programas ocultos (las aspiraciones, expectativas y comportamientos de profesores y alumnos).

Las estrategias utilizadas para alentar el estudio y el trabajo de las niñas y mujeres en las ciencias son variadas: algunas se han centrado en el contenido de las materias, en la selección de las lecturas adecuadas, en la inclusión de información o

en las actitudes y expectativas que las niñas y adolescentes tienen hacia la ciencia y la tecnología y las que los profesionales de la ciencia y tecnología y sus enseñantes tienen hacia las mujeres, o en la necesidad de promocionar modelos femeninos a las mujeres que quieren estudiar o dedicarse a la ciencia.

Pero no es tanto un problema de ciencias, como de Matemáticas y Física y, por tanto, de ingenierías.

Los materiales escolares de ciencias se caracterizan por una ausencia casi total de imágenes de mujeres, o la presentación de éstas en los roles tradicionales, volviéndose más escasa su presencia a medida que se avanza en el nivel educativo.

Para solucionar esta visión las propuestas que se están realizando apuntan hacia una reconsideración de los contenidos curriculares, (Alemany, 1992; Clair, 1996).

Así, existen observaciones de las interacciones profesorado-alumnado muestran que los profesores/as de disciplinas científicas interactúan más con sus alumnos varones y los refuerzan en mayor medida, una diferencia de trato que además se acrecienta con la edad de los alumnos.

Estas diferencias en el comportamiento se basan en las diferentes expectativas del profesorado con respecto a las capacidades y posibilidades de niños y niñas. Se tiende a valorar más la importancia de la formación científica para los niños que para las niñas, y a explicar el éxito por la inteligencia en el caso de los niños y por el esfuerzo en el caso de las niñas. En gran medida reflejan también las diferentes actitudes de los niños y las niñas hacia el aprendizaje de las ciencias, revelando su propia interiorización de los estereotipos de género (Loudet- Verdier y Moscón, 1996; Sadker y Sadker, 1994).

Esta falta de investigación en la relación ciencia –género es tan clara que hasta en ámbitos dispuestos a la reforma educativa, sus estudios no se centran en esta área. Un ejemplo es, en el Handbook of Science and Technology Studies editado por S. Jasanoff et al. (1992) con la pretensión de reflejar todo el abanico de tendencias y enfoques existentes en los estudios sobre CTSA incluye, entre sus 28 artículos, sólo 3 que estaban dedicados a la cuestión de género. Este es un síntoma de la escasa presencia de este tipo de trabajos en el panorama del estado actual de la Didáctica de las ciencias y la tecnología.

La suma de estos factores ha provocado por un lado, la falta de identificación de las alumnas hacia la ciencia y en cierto modo un rechazo hacia el estudio de las ciencias, con la consecuente disminución de las científicas y tecnólogas.

De esta forma se abre un círculo vicioso, a menor número de científicas y tecnólogas, menos aportaciones, a menor número de aportaciones menos identificación por parte de las alumnas y a menor identificación menos alumnado.

2.2.3.- El medio escolar

La organización escolar se puede fundamentar en el análisis de las leyes educativas de estos últimos 15 años (LOGSE, LOCE y LOE) y de las líneas de investigación en Didáctica de las ciencias. Y ver en qué medida consideran que la necesidad de una alfabetización científica para todos, es decir, en qué medida la formación científica forma parte de los conocimientos comunes de todos los futuros ciudadanos; y en que forma facilitan o dificultan la formación científica de los alumnos que pueden escoger el Bachillerato Científico o Tecnológico (Hernández y Solbes, 1995; Hernández et al, 2001).

Las orientaciones y recomendaciones de las líneas de investigación didáctica han provocado diferentes reformas educativas en los currículos educativos, las iniciativas han sido de distinta índole, y como ya hemos expuesto antes se pueden reducir en dos líneas de trabajo.

Una primera línea basada en filosofía y psicología de orientación constructivista y las aportaciones de las investigaciones sobre las concepciones alternativas de los estudiantes. Sus propuestas iban sobre todo en la dirección de los aprendizajes de los conceptos científicos mediante estrategias didácticas de cambio conceptual (Marín 1999; Oliva, 1999), al que se añadió el cambio metodológico (Gil y Carrascosa, 1985; Gil et al., 1991) y el cambio actitudinal (Solbes y Vilches, 1989; Vázquez y Manassero, 1998).

El currículo de ciencias derivado de la reforma educativa española de 1990 – LOGSE- tuvo como inspiración principal estas propuestas, aunque también influyeron en él otras fuentes diversas.

Una segunda línea, de carácter más interdisciplinar, se inspira en la aplicación de postulados del movimiento CTSA a la educación científica en el aula. El predominio de los conceptos científicos, típico del currículo tradicional de ciencias, se desplaza hacia los contenidos culturales y humanísticos (historia, filosofía y sociología de la ciencia) funcionales (vida cotidiana y bienestar público y personal-, actitudes hacia la ciencia y la tecnología) y sociales (decisiones tecnocientíficas de interés público y medioambiente). (Martín Díaz, 2005).

La LOGSE de 1990 adoptó como línea central la primera de las anteriores, pero también incorporó algunas de las propuestas CTSA.

En el currículo de bachillerato se incluyeron, dos temas CTSA en cada materia de ciencias y una asignatura optativa CTSA, que no se implantaron en todas las Comunidades Autónomas y que han sido minoritarias entre los estudiantes allí donde se ha implantado.

En la etapa de educación secundaria obligatoria, el currículo acabó organizándose prácticamente por disciplinas. Así la denominada área de Ciencias de la Naturaleza, se diversificó en Biología y Geología y Física y Química en los dos últimos cursos. También se creó una nueva área de Tecnología, que aunque innovadora en su origen, en parte ha dificultado un enfoque CTSA más coherente e integrado en esta etapa educativa al ser un área independiente.

Esta organización curricular ha diluido las innovaciones, permitiendo que, en la práctica, hechos y conceptos científicos volvieran a situarse en primer plano.

En la educación primaria, el diseño integrado del área de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural podría haber facilitado una visión CTSA humanística. Sin embargo, la práctica docente ha estado muy alejada de esa posibilidad, en buena medida debido a la escasa formación científica inicial de los maestros, los cuales suelen dar preferencia al conocimiento del medio cultural y social en detrimento de los más específicos de Ciencia y Tecnología (Oliva y Acevedo, 2005).

El balance en la educación primaria es negativo, pues se ha frustrado una educación más humanística de la Ciencia y la Tecnología cuando el currículo oficial integrado parecía favorecerla.

A finales del año 2000, la denominada reforma de las Humanidades cambió los currículos dándoles un contenido mucho más tradicional (MECD, 2001 a, b), como se ha discutido ampliamente en otros trabajos (AA.VV., 2002, 2003; Hernández, Solbes y Vilches, 2001). No obstante, en esos currículos también aparece algún que otro detalle de interés (un capítulo titulado “Química y Sociedad” en la educación secundaria o la importancia concedida a las TIC en Tecnología). La posterior suspensión del calendario de aplicación de la LOCE de 2002 y la reciente aprobación de un nuevo proyecto de Ley Orgánica de Educación (LOE), a los que hay que añadir la facultad de las distintas comunidades Autónomas para diseñar su propia ordenación educativa han originado incertidumbre sobre el desarrollo futuro y algunas expectativas de mejora.

En resumen, la LOGSE impulsó la inclusión de planteamientos innovadores de la didáctica de las ciencias y del movimiento CTSA en el currículo de ciencias, pero no facilitó los medios estructurales (horarios, optatividad, etc.) para llevarlos a la práctica. La LOCE procuró minimizar las propuestas innovadoras, pero mantuvo (o incluso empeoró) los medios de organización escolar.

En los trabajos de Hernández y Solbes (1995) y Hernández et al. (2001), se constata, que todas estas leyes consideran que la enseñanza de las ciencias sólo debe ser obligatoria hasta 3º de ESO, con tan sólo 2 horas de Física y Química y 2 de Biología y Geología, menos que otras materias, que además son obligatorias hasta 4º de ESO. Además este curso los estudiantes deben elegir las Ciencias en competencia con Tecnología, Música y Plástica y se observa con preocupación como las materias

científicas no son elegidas ni tan siquiera por estudiantes que después cursarán el bachillerato científico.

Esto se ve agravado con la nueva ley, la LOE, donde aumenta el número de optativas de 4º de ESO, es decir, no se permite que la formación científica forme parte de los conocimientos comunes de todos los futuros ciudadanos.

Si disminuye la base de la pirámide de los estudiantes que cursan ciencias, disminuirá el vértice, es decir, el número de estudiantes que cursan carreras científicas y técnicas.

En los trabajos de Hernández y Solbes (1995) y Hernández et al. (2001) también se muestra como el abandono de las ciencias subsistirá en un Bachillerato de 2 años de duración, en el que desde la implantación de la LOCE sólo se cursan 3 materias científicas por año, esto es solamente 12 horas semanales sobre más de 30. La mayoría de las horas obligatorias en la secundaria y el bachillerato para todo el alumnado son de letras.

A este respecto, conviene recordar que España es el único país europeo que no tiene separadas Física y Química en primer curso de Bachillerato y que los estudiantes de este país siempre habían cursado 4 optativas científicas en el último curso de los Institutos (en el plan del 57, en la LGE y en la LOGSE).

Fue el decreto de Humanidades que precedió a la LOCE el que introdujo la Filosofía II en dicho curso a expensas de una optativa científica, con lo cual los alumnos ahora mayoritariamente sólo cursan 3 asignaturas científicas porque la cuarta debe competir con Educación Física, Informática, Economía, etc., que además no tienen Prueba de acceso a la Universidad.

Todo ello agravado por el hecho de que el sistema establecido dificulta que los alumnos que cursan las optativas de una modalidad (Química y Biología) elijan las de la otra (Matemáticas y Física), con lo cual disminuye el número de alumnos que cursan estas optativas científicas.

Por otra parte, esto provoca que inicien carreras como Ingenierías, Medicina, Farmacia, Químicas, etc., sin haber cursado las Matemáticas y Física que necesitarán en el primer curso.

Las propuestas para mejorar esta situación han sido planteadas repetidamente por científicos de reconocido prestigio y muchas asociaciones de profesores de ciencias de secundaria y universidad e ignoradas por los sucesivos Ministerios. Todos coinciden, en gran medida, en la separación de las ciencias en la ESO, en 1º y 3º de ESO Biología y Geología y en 2º y 4º de ESO Física y Química, que en 4º debería ser obligatoria con dos modalidades, como las Matemáticas.

También coinciden en que la carga lectiva de las asignaturas científicas de un Bachillerato de Ciencias fuera del 50% del horario, lo que se podría conseguir separando la Física y la Química en 1º de Bachillerato con la obligatoriedad de cursar

ambas, como en el resto de Europa. Y hacer que los estudiantes de ciencias vuelvan a cursar 4 asignaturas de ciencias en 2º de Bachillerato, como siempre se ha hecho en este país. Y todo ello se puede hacer sin incrementar el horario. En 1º de Bachillerato la separación se podría hacer a expensas de la optativa no científica que los estudiantes de ciencias deben cursar y en 2º suprimiendo las optativas no científicas del Bachillerato de ciencias.

2.2.3.1.- La finalidad de la enseñanza de las ciencias

La imagen de la ciencia de los estudiantes es fruto, mayoritariamente, de la enseñanza de las ciencias (Ríos y Solbes, 2002).

Los medios de comunicación (películas y libros de ciencia ficción, programas, libros y revistas de divulgación, etc.), los profesores de otras materias, los amigos, etc. influyen mucho menos.

Diversas investigaciones (Solbes y Vilches 1989, Gil 1993, Solbes y Traver 1996) y las nuevas propuestas sobre comunicación y divulgación científica (AAVV, 1999), fundamentan que la enseñanza ha dado una imagen de la Física y Química que no tiene en cuenta algunos aspectos que podrían contribuir a hacerla mas positiva.

Por el contrario, aquellas disciplinas se caracterizan por el exceso de fórmulas, ecuaciones y conceptos abstrusos y por no familiarizar con el método de trabajo de los científicos y no mostrar su utilidad para comprender el entorno científico y técnico.

No se utiliza la historia interna de las ciencias para evitar visiones dogmáticas, extraer de la misma los problemas significativos, mostrar el carácter hipotético y tentativo de la ciencia, las controversias y las limitaciones de las teorías los problemas frontera que están pendiente de solución, etc.

Tampoco se usa la historia externa o social de la ciencia, es decir, las relaciones CTSA a lo largo de la historia, y en consecuencia no se ve que la ciencia es fruto del trabajo de muchas personas, dando así la idea de una ciencia hecha básicamente por genios, en su mayoría hombres, que ignora las contribuciones de las mujeres científicas o las contribuciones a la ciencia realizadas en países que no son grandes potencias científicas, como el nuestro.

Como señala Duschl (1990) en 1982 el director general de la NSF, John Slaughter, señalaba el gran distanciamiento existente entre el mundo de los científicos y el público en general, que puede ser considerado como analfabeto científico.

De este modo, en la década de los 80 comienzan las nuevas líneas de investigación conocidos como Ciencia para todos, CTSA, Alfabetización científica, Comprensión pública de la ciencia.

Todas estas líneas coinciden en proponer el cambio de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. (Bybee 1997 a).

Mostramos a continuación algunas de sus principales ideas:

“Ciencia para todos” se ha convertido en un objetivo fundamental en la enseñanza de las ciencias lo que queda demostrado en citas como:

“La educación científica es para todos –no solamente para aquellos que tiene potencial para convertirse en científicos, tecnólogos o técnicos-. Todos tienen derecho a comprender y tomar parte en procesos de resolución de problemas de la vida cotidiana que necesitan el conocimiento y las disciplinas de la Ciencia ... Un curso de ciencias, por lo tanto, es un componente esencial del currículo de cada chico y chica hasta el final de la escolaridad obligatoria.” Currículo 11-16 (DES, 1977).

“Todo el mundo necesita saber algo sobre la ciencia, sus logros y limitaciones, sea o no científico o ingeniero. Mejorar este entendimiento no es un lujo, es una inversión vital para el futuro bienestar de la sociedad” (Royal Society, 1985).

“Una sociedad democrática y socialmente justa requiere igualdad de oportunidades educativas. La educación comprensiva es un paso en la dirección apropiada: la provisión de un currículo común es el siguiente paso lógico y necesario. La sociedad se beneficia cuando las habilidades y talentos de todos los niños se desarrollan completamente. El currículo diferenciado.....ayuda a perpetuar la sociedad estratificada.... La inevitable consecuencia de seguir un currículo de segunda categoría es un sentimiento de ser de segunda categoría...” (Reid y Hodson, 1987).

Paralelamente en el tiempo con “Ciencia para todos” surge un movimiento bajo la denominación de Ciencia-Tecnología-Sociedad y medio ambiente (CTSA) cuyo origen hay que buscarlo en la contestación social, ecologista y pacifista, de los años 60 y 70, donde se empieza a cuestionar la confianza ciega en la ciencia y la tecnología, tratando de responder a la pregunta: ¿realmente éstas producen los beneficios incuestionables que la sociedad cree?

La contestación social pronto repercute en la enseñanza, primero en la universidad y, posteriormente, en la educación secundaria, donde lógicamente existe un terreno de cultivo apropiado, como hemos señalado anteriormente, por la preocupación de los logros alcanzados por la enseñanza de las ciencias y por el avance en la investigación educativa.

Así aparecen cursos, por primera vez en 1969, sobre CTSA en las facultades de ciencias y escuelas de ingenierías y, a continuación, en las de humanidades y ciencias sociales. También se produce la creación de sociedades profesionales y revistas dedicadas a CTSA y de movimientos sociales cercanos a los orígenes.

En lo que respecta a la educación secundaria, estos movimientos CTSA cristalizan, en primer lugar, en la aparición de proyectos diversos y, en segundo lugar, en la introducción de los denominados contenidos CTSA en los currículos escolares oficiales.

Las finalidades de este proyecto para la mejora en la enseñanza de las ciencias quedan remarcadas en las siguientes citas:

“El propósito de la educación CTSA es promover la alfabetización en ciencia y tecnología, de manera que se capacite a los ciudadanos para participar en el proceso democrático de toma de decisiones y se promueva la acción ciudadana encaminada a la resolución de problemas relacionados con la tecnología en la sociedad industrial” (Waks, 1990)

“CTSA aspira a enseñar a sus estudiantes como buscar información relevante e importante sobre una materia dada, de qué manera analizarla y evaluarla y, finalmente como alcanzar una decisión respecto a la acción apropiada. En el proceso de tratar con tales problemas, los estudiantes deberían haber reflexionado sobre los valores implicados en la ciencia y en la ingeniería y reconocer, en último término que su propia decisión está asimismo basada en valores” (Cutcliffe, 1990)

“La enseñanza CTSA de las ciencias está dirigida a preparar a los futuros científicos/ingenieros y a los ciudadanos conjuntamente para participar en una sociedad cada vez más moldeada por la investigación y el desarrollo en ciencia y tecnología”. (Aikenhead, 1994).

Para algunos autores (Aikenhead, 1994), la innovación CTSA representa un cambio paradigmático en lo que respecta a las finalidades de la educación.

CTSA es un movimiento muy amplio con repercusiones en numerosos países –entre los que se encuentra España, como lo muestran distintas publicaciones, como por ejemplo, AA. VV. (1995), Solbes y Vilches (1997), Membiela, (2001)- y que aunque acoge concepciones distintas (Aikenhead, 1994, 2002), sí que parece haber acuerdo en las finalidades últimas que trata de alcanzar. Acuerdo que alcanza también a la concepción “Ciencia para todos”.

En las finalidades de los movimientos de renovación de la enseñanza de las ciencias anteriores encontramos el término “alfabetización científica”, pero parece que es en la década de los 90 cuando este slogan unifica a algunos pensadores e investigadores de la enseñanza de las ciencias.

Esta línea de investigación recoge todo lo anterior y son varios los autores (Aguilar, 1999; Hurd, 1998) que señalan la importancia de la concepción CTS en esta nueva corriente.

Las finalidades que busca esta línea de investigación son:

a) La cultura científica representa la adquisición de las capacidades cognitivas necesarias para utilizar la información científica-tecnológica en los asuntos humanos y para el progreso social y económico (Hurd, 1998)

b) Generalmente se refiere a la comprensión de conceptos, principios, teorías y procesos de la ciencia y una clara conciencia de las complejas relaciones existentes entre ciencia, tecnología y sociedad. Una persona alfabetizada científicamente debe también desarrollar una comprensión funcional de la naturaleza de la ciencia (Abd-el-Khalick, Bell y Lederman, 1998)

c) [...] pretende dotar a los alumnos de elementos para la comprensión intencionada del contexto científico-técnico en el que nos encontramos, ya que partimos de que no es suficiente conocer, sino que necesitamos comprender de una manera adecuada para poder actuar (Aguilar, 1999).

d) Es necesaria una alfabetización científica para lograr una educación de la ciudadanía, que significa que la población sea capaz de comprender, interpretar y actuar sobre la sociedad, es decir, de participar activa y responsablemente sobre los problemas del mundo, con la conciencia de que es posible cambiar “algo”, y que no todo está determinado desde un punto de vista biológico, económico y tecnológico (Martín-Díaz, 2001).

Las capacidades que se persiguen son: conocer, comprender, interpretar, participar y actuar sobre la realidad social.

Los contenidos buscados por los distintos autores son:

- a) conceptos, principios y teorías incidiendo principalmente en su funcionalidad,
- b) procesos o procedimientos de la ciencia,
- c) naturaleza o epistemología de la ciencia,
- d) relaciones ciencia-tecnología-sociedad
- e) dominio del lenguaje científico

El diagnóstico actual de la crisis de la enseñanza de las ciencias y la frustración de los estudiantes sugiere causas (Vázquez y Manassero, 2004):

- a) Currículos excesivamente recargados, desfasados y poco relevantes
- b) Contenidos difíciles y aburridos

- c) Profesorado poco innovador en la incorporación a la enseñanza de las ciencias mejoras en la metodología, en los contenidos, en la aplicación de las TIC, etc.
- d) .Imagen estereotipada de la ciencia y la tecnología, y de los científicos
- e) Fuerte contraste entre la ciencia que muestran los libros de texto y la actual tecnociencia de la vida cotidiana
- f) Desmitificación de los científicos e ingenieros, que han dejado de ser modelos sociales.

2.2.3.2. Carácter tradicional de la evaluación del aprendizaje de las ciencias

Otra causa por la que no se estén implantando estas reformas, que podrían favorecer un mayor interés del alumnado, es la evaluación.

A menudo se olvida que es imprescindible la evaluación de todo aquello que se considere importante como para merecer su inclusión en el currículo (Pilot, 2000).

En este sentido, los exámenes institucionales de cada país también son responsables, por omisión, de la poca eficacia de los cambios, porque los contenidos de las innovaciones humanísticas de la enseñanza de las ciencias no suelen estar presentes en ellos, diseñados siempre a favor de los contenidos más tradicionales y propedéuticos (Oliva y Acevedo, 2005).

Estos exámenes ponen en marcha un círculo vicioso, que es letal para la implantación de las innovaciones: *no se enseña lo nuevo porque no se evalúa... y no se evalúa porque no se enseña.*

En definitiva, puede afirmarse que las innovaciones que no se integran armónicamente en los currículos se ven condenadas al fracaso más tarde o más temprano, porque apenas consiguen modificar el resistente núcleo duro propedéutico del currículo real aplicado en las aulas (Fensham, 2004).

En los últimos años, el desarrollo de diversos proyectos transnacionales de evaluación comparativa, como TIMSS y PISA (*Third International Mathematics and Science Study* o Tercer Estudio Internacional de Matemáticas y Ciencias., y Programme for International Student Achievement o Programa internacional de evaluación internacional de alumnos), están aportando resultados empíricos sobre los aciertos y errores cometidos en el camino recorrido por las reformas de la enseñanza de las ciencias.

Estos proyectos tienen cada vez más influencia a la hora de iluminar las decisiones de política educativa para encarar el futuro de la enseñanza de las ciencias, entre otras materias que evalúan.

El TIMSS –aplicado en España entre 1994 y 1995– se planifica a partir de los currículos normativos de los países participantes (López-Varona y Moreno-Martínez, 1996). La diversidad de estos currículos condiciona el diseño del TIMSS, predominando en buena medida los contenidos más tradicionales en las pruebas y cuestiones, con un importante porcentaje de preguntas de recuerdo de información.

Los resultados de esta evaluación contribuyeron a reforzar la necesidad de los aprendizajes tradicionales y, así, TIMSS 1995 puede haber servido más para fortalecer la enseñanza propedéutica que para afrontar sus defectos.

Ahora bien, el TIMSS también ha aportado datos sobre la presencia de los temas CTSA humanísticos en el currículo. El promedio de estos temas en los libros de texto se sitúa en torno al 4% y el promedio de tiempo que el profesorado manifiesta dedicarle en el aula es aproximadamente el 3%.

Ninguno de los países que dedican más tiempo a estas cuestiones obtuvo buenos resultados de rendimiento general, pero aquellos con mejor rendimiento general sí obtuvieron buenas puntuaciones en las cuestiones CTS (Vázquez y Manassero, 2002).

Por otro lado, TIMSS ha puesto de manifiesto que un buen rendimiento en hechos y conceptos de Ciencia y Tecnología no garantiza mayor interés por la ciencia, siendo muy significativo al respecto el caso de Japón, que obtuvo la mejor puntuación de rendimiento general, pero se sitúa en los últimos puestos respecto al gusto que los estudiantes manifiestan por la ciencia (Fensham, 2004); un resultado que el proyecto internacional ROSE – *Relevance of Science Education*– ha ratificado (Acevedo, 2005 a; Sjøberg, 2004; Sjøberg y Schreiner, 2005).

Las evaluaciones del PISA, planificadas para 2000, 2003 y 2006, presentan un enfoque diferente, centrado, respectivamente, en el concepto de alfabetización lecto-escritora, matemática y científica.

El diseño de las cuestiones PISA tiene un formato más abierto que las del TIMSS, para intentar medir competencias generales y básicas más que conocimientos académicos, las cuales implican la aplicación de conocimientos y procedimientos científicos a situaciones del mundo real; esto es, PISA opta por un modelo de alfabetización científica conceptual y procedimental (Acevedo, 2005b; OECD, 2003).

Uno de los resultados más importantes de las aplicaciones PISA 2000 y 2003 ha sido la desaparición o disminución en muchos países de las diferencias de género en Ciencia y Tecnología, pues los alumnos y las alumnas obtienen resultados similares (OECD, 2001, 2004).

La evaluación de 2006 estará centrada en Ciencia y Tecnología y, como principal innovación, pretende incluir la evaluación de las actitudes hacia la Ciencia

y Tecnología, dando relieve a la educación de actitudes como un objetivo valioso del aprendizaje de las ciencias (Acevedo, 2005b; Fensham, 2004).

2.2.3.3. El profesorado y las innovaciones curriculares CTSA

Estas líneas de investigación, así como las reformas educativas, sólo serán efectivas si son aceptadas por los responsables de la educación, es decir, por los profesores que programan y llevan adelante la formación de los ciudadanos.

Una de las críticas fundamentales que se ha hecho a los procesos de renovación curricular ha sido la escasa atención prestada, hasta prácticamente los años 90, al papel jugado por el profesorado en dicho proceso. (Gil, D, et al ,1998; Solbes et al 2004).

Diversos estudios ponen de manifiesto las marcadas diferencias entre lo perseguido por los diseñadores de currículos y lo que realmente los profesores llevan a la práctica (Cronin-Jones 1991). Por lo que, la necesidad de asociar las reformas educativas a una correcta formación del profesorado aparece, como la primera lección a extraer de las dificultades aparecidas en los procesos de reforma curricular. (Gil, D, Furió, C; Gavidia V, 1998)

Pero, ¿qué tipo de docentes nos encontramos en la enseñanza de las ciencias?

Sintetizando diversas investigaciones sobre la aceptación del currículo CTSA humanístico por parte del profesorado de ciencias, Aikenhead (2003 a) establece la existencia de tres grandes grupos estereotípicos en cuanto al profesorado en enseñanza secundaria:

a) Profesorado tradicional: entusiasta de la enseñanza de las ciencias propedéutica, se resiste a las innovaciones y algunos son comprometidos activistas contra ellas.

b) Profesorado CTSA humanista: partidario de participar en proyectos innovadores para mejorar su enseñanza; representa una pequeña proporción dispuesta a apoyar un currículo CTSA humanístico.

c) Profesorado intermedio: no comprometido con ninguno de los otros dos grupos; puede ser razonablemente persuadido hacia uno u otro lado.

Como hemos visto, sólo una pequeña parte del profesorado está dispuesta a la aplicación de los resultados de la investigación didáctica, pero, ¿cuáles son las razones por las que existe esta reticencia a la aplicación de las innovaciones?

Las razones alegadas por los docentes se resumen en dos:

a) Currículo educativo amplio a impartir en un número reducido de horas lectivas.

b) Falta de formación en sus estudios universitarios y de post graduación.

Otra de las causas más nombradas es la falta de formación del profesorado en estos temas. La formación del profesorado se concibe como un continuo que pasa de la formación inicial a la continuada o permanente.

La investigación ha mostrado que la falta de un buen conocimiento de la materia constituye, quizás, la principal dificultad para que los profesores afectados se impliquen en actividades innovadoras. (Gil, D, Furió, C; Gavidia V, 1998)

Un buen conocimiento de la materia para un docente supone también, entre otros (Gil 1991) :(Gil, D, Furió, C; Gavidia V, 1998)

- a) Conocer los problemas que originaron la construcción de dichos conocimientos y cómo llegaron a articularse en cuerpos coherentes, evitando así visiones estáticas y dogmáticas que deforman la naturaleza del conocimiento científico. Se trata, en definitiva, de conocer la historia de las ciencias, no sólo como un aspecto básico de la cultura científica general, sino, primordialmente, como una forma de asociar los conocimientos científicos con los problemas que originaron su construcción, sin lo cual dichos conocimientos aparecen como construcciones arbitrarias. Se puede así, además, conocer cuáles fueron las dificultades, los obstáculos epistemológicos que hubo que superar, lo que constituye una ayuda imprescindible para comprender las dificultades de los estudiantes.
- b) Conocer las orientaciones metodológicas empleadas en la construcción de los conocimientos, es decir, conocer la forma en que los científicos se plantean y tratan los problemas, las características más notables de su actividad, los criterios de validación y aceptación de las teorías científicas...
- c) Conocer las interacciones Ciencia, Tecnología y Sociedad asociadas a la construcción de conocimientos, sin ignorar el carácter a menudo conflictivo del papel social de las ciencias y la necesidad de la toma de decisiones.
- d) Tener algún conocimiento de los desarrollos científicos recientes y sus perspectivas, para poder transmitir una visión dinámica, no cerrada, de la ciencia.
- e) Adquirir conocimientos de otras disciplinas relacionadas, para poder abordar problemas “puente”, las interacciones entre distintos campos y los procesos de unificación.

Se detecta que en la formación inicial del profesorado, existe escasa o nula presencia de conocimientos sobre historia y filosofía de la ciencia, didáctica de las ciencias o psicología evolutiva. Por lo que, cualquier cambio no se corresponde a la enseñanza que hemos recibido, según Claxton (1991), los enseñantes ...conocen las ciencias regladas demasiado bien, disfrutan de su familiaridad y de su limpio y ordenado despliegue y, como consecuencia, sienten aprensión ante la perspectiva de

tener que apartarse del camino trillado para meterse en áreas más controvertidas o menos predecibles.

Monk y Osborne (1996), en un artículo buscan discutir los argumentos que justifican que no se incorpore la historia de la ciencia y explorar las razones por las que este mensaje no llega al profesorado. Dan como causas posibles del fracaso, primero las concepciones del profesorado sobre la ciencia y, por tanto, sobre la educación científica y, segundo, los imperativos del aula y de la práctica docente.

Como consecuencia, indican que muchos proyectos, incluso elaborados por profesores no han triunfado. Textualmente. Dicen “este fracaso puede ser debido al hecho de que muchos científicos y profesores de ciencia consideran que la historia de la ciencia no tiene nada que enseñar sobre los métodos de la investigación necesarios para convertirse en un científico experimental”.

Además de esta dificultad se suma que la formación continúa, se centra en cursos aislados que generalmente no potencian la reflexión de los profesores sobre su propia práctica cotidiana y, en la posibilidad de introducir modificaciones dentro de un plan general y con trabajo en equipo cooperativo.

Furió et al. (2000) entre otros autores, indican la necesidad de una formación que no consista en la participación en cursos aislados, sino en un proceso prolongado en el tiempo de colaboración directa entre el profesorado y los expertos en didáctica de las ciencias.

Indican sugerencias muy atractivas que demandarían por parte de las Administraciones Educativas un cambio radical en su concepción estratificada del profesorado en función del nivel donde imparte clase y en la concepción de los requisitos y conocimientos que los profesores necesitan para llevar a cabo una educación de calidad.

En realidad, existe una falta de políticas educativas que apuesten, apoyen y financien las innovaciones y las relaciones entre los investigadores y los profesores.

Los profesores en España apenas utilizan en su formación las revistas sobre didáctica de las ciencias, con lo cual su información y formación en este ámbito son más bien escasas.

2.2.3.4. Currículo educativo

La primera causa que alega el profesorado como dificultad en la implantación de estas reformas es la dificultad del currículo de ciencias.

Así, la complejidad de la normativa educativa actual en España, dificulta la generalización de las características del currículo normativo vigente en la actualidad. No obstante, a pesar de las diferentes orientaciones dadas al currículo en las distintas

Comunidades Autónomas (véanse, p.e., AA.VV., 2002, 2003), se puede decir que diversos elementos de un currículo CTSA humanístico están presentes de un modo u otro, aunque más o menos desorganizados, en el currículo normativo de ciencias, tanto en la educación primaria como en la secundaria, bien sea en objetivos, contenidos, orientaciones metodológicas o criterios de evaluación.

Sin embargo, el currículo aplicado en las aulas apenas los suele reflejar, tal vez, porque los elementos CTSA humanísticos aparecen aislados, poco conectados, de modo que no pueden integrarse en innovaciones efectivas, por lo que suelen quedar reducidos a pura retórica del currículo planificado, dejando disponible para la enseñanza de las ciencias propedéutica el espacio que no ocupan en la práctica.

Aunque el profesorado tuviera una buena disposición hacia algunas de estas innovaciones, la dispersión y desconexión de sus elementos en los currículos planificados son una de las causas importantes, entre otras más (véase, p.e., Oliva y Acevedo, 2005), para que estas innovaciones no acaben cuajando y, de hecho, estén ausentes en las aulas de ciencias.

Los diseños curriculares verticales, con una larga lista de objetivos comunes y recomendaciones metodológicas para varios cursos, suelen conducir al predominio de la enseñanza de las ciencias tradicional y propedéutica (Fensham, 2004).

Con este planteamiento, el profesorado tiende a centrarse más en los contenidos y olvida los fundamentos y orientaciones que expresan otras finalidades relevantes, de modo que la ciencia propedéutica acaba siendo dominante.

El modelo de diseño y planificación curricular español es muy complejo, con un nivel estatal y otro autonómico que a veces no caminan coordinados, produciendo planificaciones extensas y farragosas, con tantos árboles que a menudo no permiten ver el bosque. Contiene numerosas prescripciones y sugerencias, posiblemente incluye referencias a los lemas innovadores aquí reseñados, pero le falta organización y dirección más globales, así como concretar su sentido.

Ante las situaciones complejas y los conflictos, el profesorado recurre habitualmente al enfoque tradicional para salir al paso de las dificultades que encuentra.

Si se desea superar el punto de vista propedéutico en la educación obligatoria y hacer posible una educación CTSA humanista en el aula, entre otras cosas es necesario reorganizar el currículo simplificándolo y clarificándolo, de modo que se concrete más su sentido global o se destaque una finalidad educativa principal de la enseñanza de las ciencias en cada curso o ciclo, que domine a los propios contenidos.

Son numerosos los autores que consideran que una de las principales causas del fracaso de los movimientos de innovación en la enseñanza de las ciencias se encuentra en que los currículos oficiales no recogen apropiadamente los últimos avances de la investigación educativa. Así por ejemplo, Hurd (1998), en una postura

muy crítica defiende que durante siglos la mejora de los currículos escolares ha consistido en una actualización de las disciplinas científicas, que los currículos llevados a la práctica son descriptivos y focalizados en las leyes, teorías y conceptos de las distintas disciplinas, que durante el último siglo se ha dicho que los currículos deben responder a las necesidades de los estudiantes, pero que todavía no se han definido estas necesidades en términos educativos.

También hay quien indica que estos currículos están repletos de los contenidos y objetivos “académicos de siempre” y no hay tiempo en las aulas para introducir los nuevos contenidos para el desarrollo de las nuevas capacidades buscadas.

Además de los intereses por conservar los currículos académicos, tal y como apuntan Fensham y Harlen (1999), existe una dificultad real en la concreción de los grandes principios en objetivos y contenidos específicos.

2.2.3.5. Los libros de texto

Y por último, la dificultad que plantea uno de los recursos principales de la enseñanza de las ciencias, los libros de texto.

La importancia de los libros de texto en el proceso educativo es indiscutible (AA.VV., 1997), ya que una vez elegido por el profesor, éste deposita en él un alto grado de confianza.

Los libros de texto en escasas ocasiones apuestan por las innovaciones porque, las grandes editoriales siguen manteniendo ciertas ideas del pasado ya que consideran que de esta forma aseguran la aceptación del profesorado y con ello sus beneficios económicos. Y, los escasos materiales curriculares alternativos, que muestran la forma de llevar a cabo las investigaciones e innovaciones educativas, no cuentan con el apoyo necesario.

Un ejemplo claro es lo ocurrido con el Proyecto Salters en España (Caamaño et al., 2001), que después de cinco años de estar terminado y experimentado no ha conseguido ninguna editorial que lo publique, aunque un número no desdeñable de profesores ha mostrado su interés, interés reconocido por alguna editorial, que observó que el proyecto podía tener salida al mercado como libro de consulta para los profesores pero no como libro de texto para el alumno.

Capítulo 3: Diseño experimental para contrastar la hipótesis

3.1.-Operativización de la hipótesis

Hasta aquí hemos hecho un pequeño análisis de la situación actual de la enseñanza de las ciencias y su aceptación en la comunidad escolar, así como de cuál es la visión de la sociedad de las ciencias.

Existe un cierto desinterés hacia el estudio de las ciencias demostrado por diversos autores y trabajos presentados desde los años 80, pero hasta la actualidad únicamente se ha hecho estudios de las causas del desinterés hacia el estudio de las ciencias asociados a la enseñanza (Solbes y Vilches 2000, Martín Díaz 2005, Vázquez y Manassero 2004, Yager y Penick 1993, Dunbar 1999; Aikenhead 2003), pero nosotros postulamos que no se puede realizar un estudio de un fenómeno tan complejo reduciéndolo únicamente a una de las causas, y añadimos a estas causas otras más.

De forma que, nuestra hipótesis supone que como *existe un desinterés en el alumnado hacia el estudio de las ciencias asociado a un fenómeno multicausal en el que convergen diferentes causas: de organización escolar, de género, de visión pública, de enseñanza de la misma, ya que ésta omite esta cuestión y continúa con una formación propedéutica, haciendo caso omiso a las investigaciones realizadas durante años por la didáctica de las ciencias.*

Por tanto, podemos concluir que la imagen de la ciencia que se muestra desde la sociedad y de la enseñanza de la ciencia provoca este desinterés y podremos mostrarlo de forma destacada en:

- 1) Las muchas referencias de los libros de texto a los aspectos propedéuticos y las escasas referencias a otros aspectos mencionados que conseguirían una mayor motivación, y por ende un aumento en el interés hacia el estudio de las ciencias.
- 2) El profesorado, aunque considera fundamental la motivación de sus alumnos en el proceso enseñanza-aprendizaje, no trabajará estos contenidos en el aula.
- 3) El trabajo en el aula sobre las contribuciones de las científicas será nulo, por lo que se seguirá excluyendo de la ciencia a una de las partes fundamentales en su construcción, por lo que seguiremos excluyendo a una parte de la sociedad hacia el estudio de la ciencia.

- 4) La imagen negativa de la sociedad no se verá modificada si se continúa mostrando una enseñanza de las ciencias en las que no se trabajen los aspectos CTSA, las contribuciones de los científicos a la mejora de la sociedad, los valores y las actitudes asociadas a las ciencias.
- 5) Continuar con un trabajo descontextualizado promoverá cada vez un mayor desinterés por parte de los alumnos, y una visión cada vez más negativa de la ciencia, formando un círculo vicioso.

Los aspectos antes mencionados se pueden identificar a través de los detalles susceptibles de ser contrastados y que a continuación se indican como subhipótesis implícitas en la hipótesis principal:

1. La metodología de la enseñanza en las aulas en la que no se tiene en cuenta este desinterés y los avances de las líneas de investigación en didáctica, reflejará una enseñanza propedéutica en la que se transmitirá una visión negativa de las ciencias de forma que encontraremos en los libros de texto utilizados mayoritariamente que:

- 1.1. La enseñanza de la Física y Química se centra en los aspectos cuantitativos, operativos, que exceden al conocimiento matemático de los alumnos e incluso hasta el punto de superar en algunos casos (por ejemplo, la formulación), lo que se hacía en BUP

- 1.2. No se tienen en cuenta algunos aspectos de las ciencias que, según la investigación en didáctica de las ciencias, podrían contribuir a una imagen mas positiva, como prácticas de laboratorio, historia de la ciencia, etc.

- 1.3. No muestra las finalidades y valores de la ciencia o que se limita a los puramente cognoscitivos.

- 1.4. No muestra como la ciencia puede contribuir a resolver problemas y necesidades humanas

- 1.5. No presenta ejemplos de ética, responsabilidad moral de los científicos, lo que ayudará a mejorar la visión de los científicos.

2. Profesorado. En este momento nos encontramos con un profesorado que, a pesar de considerar necesaria la motivación y el interés como parte fundamental del proceso de enseñanza- aprendizaje, no incluye en su programación aquellos aspectos que contribuirían al aumento en la motivación. Esta falta de aplicación y trabajo de aquellos aspectos que se van a trabajar en el aula son debidos a dos factores fundamentales: por un lado no creen que la enseñanza de las ciencias deba de ocuparse de ello, y por otro lado no cuentan con la formación inicial ni permanente en estos aspectos. Así podremos encontrar:

2.1. Encontraremos un gran número de profesores que no consideran importante el trabajo de estos contenidos en el aula, y que promulgan una educación propedéutica únicamente, otro grupo (minoritario) que si realiza la implantación de estos aspectos en la vida diaria del aula, y otro grupo que no se decanta ni por un grupo ni por otro.

2.2. Existe una clara deficiencia en la formación de los profesores en cuestiones tan primordiales como psicología del aprendizaje, didáctica de las ciencias, historia de las ciencias, tanto en su formación universitaria como en la formación permanente. Por lo que, difícilmente se puede enseñar algo que se desconoce

3. Relación género- ciencia. El género juega un papel importante en la elección de ciencias quedando reflejado una clara diferencia entre los alumnos matriculados y las alumnas matriculadas. De forma que encontraremos los siguientes aspectos:

3.1. Disminución progresiva y paulatina de la matriculación de alumnas en las áreas científicas, en especial en Física y Matemáticas, principalmente y, en menor grado, en Químicas.

3.2. Una sensación de no pertenencia a la construcción de la ciencias, debido a las pocas científicas que contribuyeron a su crecimiento trabajadas a lo largo de su escolarización.

4. Imagen pública de la ciencia La imagen de la sociedad con respecto a la ciencia es realmente negativa, de forma que, como ya hemos desarrollado, culpa a la ciencia de la situación mundial que nos encontramos (contaminación, desigualdad entre ricos y pobres, carrera armamentística, etc.).

La considera un campo del conocimiento innecesario para la cultura de la ciudadanía, y en la que no pueden intervenir, ya que la ciencia está elaborada por unos pocos genios, varones, blancos, aislados en su laboratorio y es muy difícil de comprender.

Todo esto repercute en una desconexión clara y evidente entre la sociedad y la ciencia, imagen que poco a poco va formando parte del acervo cultural de nuestros alumnos, provocando un claro desinterés.

5. Alumnos. Consideran a la ciencia como un conocimiento cerrado, ajeno a su vida cotidiana, sobre el que no pueden actuar, y cuyo conocimiento no es necesario para su formación como ciudadano, esta visión de la ciencia provocará las siguientes visiones y actitudes negativas hacia la ciencia:

5.1. Los alumnos no son capaces de identificar que valores les aporta la ciencia, posiblemente ni los puramente cognitivos, de forma que en su enseñanza no reciben la parte de la ciencia que les ayudaría a comprender y aceptarla de una forma más positiva.

5.2. No reconocen las repercusiones sociales de muchos productos del conocimiento científico, y si lo hacen conocen más contribuciones negativas de la Física y Química, los armamentos, la contaminación que el papel de los científicos en denunciar armamentos o la contaminación, con lo que estamos afianzando su visión negativa de la ciencia.

5.3. Desconocen contribuciones de la Física y la Química a la resolución de necesidades humanas, lo que afianza la visión de la ciencia como conocimiento cerrado y desconectado de la sociedad, y por lo tanto separada de su vida cotidiana, factor determinante en la motivación de los alumnos.

5.4. Creen que la ciencia es el fruto de unos pocos genios, y no la ven como una actividad humana y colectiva donde han participado y participan muchas mujeres, con esta visión se consolida la idea de la ciencia en manos de unos pocos científicos de raza blanca, hombres y aislados en su laboratorio.

5.5. No son conscientes del contexto histórico y social que impidió antes el trabajo de las mujeres en la ciencia, y el que actualmente hace que las científicas y sus contribuciones sean poco visibles, lo que demuestra una visión de la ciencia en la que la cuestión de género no es la adecuada.

En consecuencia,

5.6. Consideran a la Física y la Química como un área poco interesante por ser excesivamente complicada, con un elevado formalismo matemático, con una elevada probabilidad de fracaso, descontextualizado, poco relacionada con su vida cotidiana, etc.

5.7. Que por ello es considerada menos interesante y valorada más negativamente que la mayor parte de las otras materias.

5.8. Proponen temas y factores que pueden mejorar su interés que coinciden con las afirmaciones de la investigación didáctica y discrepan de la enseñanza usual que se pone de manifiesto en el análisis de los libros de texto y en las encuestas realizadas a los profesores

5.9. La falta de desinterés se traduce en abandono. Fruto de este desinterés y de la visión de la ciencia por parte de la sociedad, se traducirá en:

5.9.1 La disminución de los alumnos matriculados en los bachilleratos de ciencias se verá disminuido con respecto a los datos de otros años.

5.9.2 La matriculación en las PAU en las asignaturas científicas también será inferior con respecto a los datos de otros años.

3.2.-Diseño experimental para contrastar la hipótesis.

Los diseños de instrumentos de observación y recogida de información para contrastar nuestra hipótesis han consistido en la elaboración, ensayo y aplicación de distintos cuestionarios, redes de análisis de textos, entrevistas, análisis de datos de matriculación y análisis de bibliografía.

Se trata de un diseño múltiple y convergente, es decir, abordar la misma cuestión desde diversos diseños y ver que los resultados son coherentes.

Con esto podemos demostrar los aspectos concretos que señalábamos en el epígrafe anterior como manifestaciones derivadas de la hipótesis principal.

Según los colectivos a los que se han dirigido los cuestionarios y las finalidades que éstos persiguen, las características de los ítems y de las muestras han sido diferentes.

El primero de los instrumentos es una red de análisis de libros de texto, la elección de este instrumento se debe a la importancia que tienen los libros de texto en el proceso enseñanza-aprendizaje, ya que es el material más utilizado.

Elegido en primer lugar por los docentes como guía de aprendizaje para sus alumnos. Esta elección marcará el modo de enseñanza y en consecuencia los conceptos, procedimientos y actitudes mostrados a los alumnos, y por lo tanto lo que ellos podrán aprender.

La comprobación de las subhipótesis relacionadas con los libros de texto utilizados en las aulas, se ha realizado por medio del estudio de una muestra de 22 libros de texto de Física y Química de 9 editoriales diferentes en las que se han trabajado diferentes niveles de educación secundaria obligatoria y de bachillerato, publicadas desde 1996 hasta 2003 por las editoriales de mayor difusión.

El segundo instrumento utilizado se ha diseñado para el estudio del colectivo del profesorado, para el que se han utilizado tres cuestionarios diferentes, y que los nombraremos como P1, P2 y P3.

La muestra analizada corresponde a un total de 74, donde se reúnen profesores en activo que se encontraban realizando actividades de formación permanente, y futuros docentes que se encontraban realizando el curso de CAP. Los cuestionarios se propusieron entre los años 2003 y 2006.

El tercer instrumento está dirigido al colectivo más importante en nuestro estudio, el alumnado. Para el estudio de este colectivo se les han aplicado cuestionarios a alumnos que siguen una enseñanza habitual donde esperamos encontrar cada una de las subhipótesis nombradas en el epígrafe anterior.

La aplicación se ha llevado a cabo hacia el final del curso escolar, para poder evaluar todos los contenidos concretos que los alumnos estaban recibiendo. Se ha realizado en sesiones de aproximadamente 55 minutos y los alumnos han tenido tiempo suficiente, ya que la práctica totalidad acabaron antes de finalizar la clase.

La muestra trabajada corresponde a 91 alumnos de 3º y 4º de ESO de diferentes institutos de la provincia de Valencia y se han llevado a cabo con la colaboración de tres profesores y profesoras, además de los autores de la investigación.

En la construcción de la muestra tuvimos en cuenta que estuvieran representados los diferentes niveles de enseñanza, así como enseñanza pública y concertada.

Los cursos corresponden a 3º de ESO y a 4º de ESO. En el primer curso del segundo ciclo de secundaria es la primera vez que se enfrentan a la enseñanza de Física y Química como área separada del área de ciencias naturales y podremos evaluar su enseñanza hasta el momento y además podremos evaluar su aprendizaje en el área en el ciclo anterior, así como sus dificultades, sus impresiones, etc. en el área en su primer curso de aprendizaje. En el segundo curso analizado, como sabemos su enseñanza es optativa por lo que podremos detectar las subhipótesis en alumnos que tienen como elección el estudio de ciencias en su periodo de escolarización.

De este modo, garantizamos el estudio sobre todos los alumnos, tanto los de ciencias como los que no, con la muestra de 3º de ESO, y también una segunda muestra en la que trabajamos sobre aquellos alumnos cuya elección ha sido las ciencias, los alumnos de 4º de ESO.

El cuarto instrumento de trabajo va a corresponder los datos de matriculación en las pruebas de acceso a la universidad y los datos de matriculación en diversos institutos.

El quinto instrumento corresponde a una revisión bibliográfica donde se pueda analizar la visión de la ciencia para la sociedad, y la imagen que se presenta en ésta.

Y por último, el quinto instrumento corresponde a entrevistas realizadas a alumnos de educación secundaria obligatoria y de bachillerato. La muestra es muy diversa ya que está formada por alumnos que si cursaron Física y Química en 4º de ESO y que en el bachillerato no lo cursaron, a alumnos cuya elección en 4º de secundaria ya no fue ciencias, y a alumnos que sí escogieron ciencias y su formación universitaria va a ser científica.

La muestra es de 20 alumnos y se realizaron hacia el final del curso escolar para no interferir, en algunos de ellos, en la formación que estaban recibiendo.

En las entrevistas esperamos encontrar las afirmaciones realizadas en las subhipótesis y probablemente alguna causa más que ha escapado en nuestro razonamiento y que será objeto de estudio en la siguiente parte de nuestro estudio.

3.2.1. Diseño para contrastar la imagen de la ciencia y las actitudes que tienen los alumnos.

Para poder analizar y valorar la imagen que los alumnos de secundaria poseen sobre las ciencias hemos diseñado dos cuestionarios uno sobre la visión de la ciencia y deficiencias en el conocimiento de la ciencia y otro sobre la ausencia de elementos motivadores que favorecerían un mejor aprendizaje de la ciencia y de su valoración, también hemos realizado entrevistas y recogido datos estadísticos.

3.2.1.1. Criterios de valoración de los datos de matriculación para contrastar la disminución de alumnos en Ciencias y la cuestión de género.

Para la contrastación de la disminución paulatina de alumnos en las áreas de ciencia realizaremos un análisis estadístico de los datos de matriculación de centros de educación secundaria obligatoria.

El análisis estadístico se basará en dos aspectos. Por un lado haremos un análisis de cuántos alumnos cursan el bachillerato humanístico y cuántos alumnos cursan el bachillerato científico; de esta forma remarcaremos la disminución de alumnos en el estudio de las ciencias por comparación de los datos proporcionados en la bibliografía (Solbes 1996), consideraremos nuestra hipótesis validada si la disminución es mayor del 45 %. Del análisis de esta muestra también buscaremos conclusiones en cuanto a la cuestión de género y veremos que, por un lado, el número de alumnas que cursan bachillerato de ciencias es menor a aquellas que cursan bachillerato humanístico, y por otro lado, que dentro de los bachilleratos científicos también existen diferencias entre las alumnas que eligen cursar el bachillerato de ciencias de la salud frente a aquellas que deciden cursar el bachillerato científico-técnico.

3.2.1.2. Presentación de los Cuestionarios a alumnos

Se propusieron dos tipos de cuestionarios uno más centrado en el estudio de las actitudes de los alumnos que nombraremos Cuestionario 1, y otro de carácter más

abierto y centrado en el estudio de las cuestiones relacionadas con la forma de enseñanza, que nombraremos como Cuestionario 2.

En ambos se pide el nombre de los alumnos por dos razones: en primer lugar, para determinar si se trata de un alumno o de una alumna, ya que el género es una de las variables relevantes de este trabajo; en segundo, porque el anonimato de los grupos de control puede disminuir su rendimiento en los cuestionarios.

El primer cuestionario consta de 4, en las que se mezclan tanto preguntas abiertas como cerradas.

CUESTIONARIO ALUMNOS 1

Nombre

Para intentar mejorar la enseñanza de la Física y Química pedimos vuestra colaboración respondiendo los siguientes cuestionarios:

1. Valora de 0 a 10 (10 muy interesante, 0 nada interesante) el interés para tú de las siguientes materias de la secundaria:

| | | |
|----------------------|------------------|------------------|
| Inglés | Valenciano | Castellano |
| Geografía e historia | Matemáticas | Física y Química |
| Biología y geología | Tecnología | Música |
| Educación plástica | Educación física | |

2. ¿Cuáles pueden ser las causas del desinterés hacia la Física y Química?

3. Indicar temas que aumentarían tu interés por la Física y Química

4. Indicar otros factores o actividades que podrían aumentar tu interés hacia la Física y Química

La primera de ellas es una cuestión cerrada en la que se pide la valoración por parte del alumno de las asignaturas que cursa en la educación secundaria obligatoria, ésta pregunta está relacionada con la subhipótesis 5.7 que denuncia la valoración negativa de los alumnos hacia el área debido al tipo de enseñanza que están recibiendo.

Con esta pregunta veremos si se confirma nuestra subhipótesis de que el área de Física y Química es una de las áreas peor valoradas de las áreas impartidas en la enseñanza secundaria obligatoria.

La segunda pregunta se encuentra relacionada con la subhipótesis 5.6. Con esta cuestión intentamos demostrar que los alumnos mayoritariamente descartan su estudio hacia las ciencias debido al excesivo formalismo matemático, al temor al fracaso y a su desconexión con su vida cotidiana.

La tercera y cuarta pregunta de este cuestionario se encuentran relacionadas con la subhipótesis 5.8. Con ellas se trata de comprobar si los alumnos nombran las mismas actividades que demuestran las líneas de investigación que contribuyen a fomentar su interés y que no son las más realizadas en las aulas, ni las que aparecen en los libros de texto.

El segundo cuestionario consta de 6 cuestiones de carácter abierto en el que la finalidad del cuestionario es indagar algunos conocimientos de los alumnos como indicativo de la imagen que les queda a los alumnos después del contacto con la ciencia en su periodo escolar.

El formato de este cuestionario dejaba algunas líneas en blanco para que pudieran expresar de manera más clara su respuesta, por lo que tendrá más elementos de valoración, tal como explicaremos en el análisis de resultados.

CUESTIONARIO ALUMNOS 2

Nombre:

1. ¿Qué valores te aporta la enseñanza de la Física y Química?

2. ¿Qué relaciones hay entre la Física y Química y los armamentos?

3. ¿Qué relaciones hay entre la Física y Química y los problemas del medio ambiente?

4. Dar ejemplos de contribuciones de la Física y Química a la resolución de necesidades humanas.

5. Cita científicas que conozcas

6. ¿Por qué razones se conocen tan pocas?

Con la primera pregunta buscamos refutar o validar las subhipótesis 5.1 y 5.2 que hacen referencia al desconocimiento de los alumnos sobre las finalidades y los valores de la ciencia, como por ejemplo, su contribución a la racionalidad y el espíritu crítico, etc.

Las preguntas 2 y 3 de este segundo cuestionario buscan la validación de las subhipótesis 5.2 y 5.3 que hacen referencia a que los estudiantes no reconocen las repercusiones sociales de muchos productos del conocimiento científico y si lo hacen conocen más contribuciones negativas de la Física y Química, los armamentos, la contaminación, que el papel de los científicos en denunciar los armamentos o la contaminación. Así mismo desconocen contribuciones de la Física y Química a la resolución de necesidades humanas (alimentación, energía, medicamentos, transportes, comunicaciones, etc.).

La quinta pregunta se encuentra relacionada con la subhipótesis 5.4 que hace referencia a la imagen de la ciencia en manos de unos pocos genios de raza blanca, hombres y aislados de la sociedad y, en consecuencia, la visión de que las mujeres no han intervenido en su construcción.

Ahondando en las visiones deformadas de la ciencia la sexta pregunta de este segundo cuestionario planteamos la cuestión de género, de forma que validaremos la subhipótesis 5.5, es decir, que los y las estudiantes no son conscientes del contexto

histórico y social que impidió antes el trabajo de las mujeres en la ciencia, y el que actualmente hace que las científicas y sus contribuciones sean poco visibles.

3.2.1.3. Criterios de valoración de los cuestionarios diseñados para contrastar la imagen de la ciencia que poseen los alumnos.

Para la valoración de los cuestionarios hemos de hacer una distinción entre las respuestas contestadas de manera abierta a las respuestas de carácter más cerrado.

Así para la valoración de las respuestas de carácter cerrado donde las respuestas a todos los ítems considerados consisten en manifestar la valoración de la asignatura de 0 a 10 puntos, de forma que buscaremos constatar que la asignatura de Física y química es una de las peores valoradas por los alumnos de secundaria, o no.

Consideraremos que nuestra hipótesis queda validada cuando el área de Física y Química quede valorada de las últimas de los alumnos con una diferencia en más de un 20 % con respecto a las demás asignaturas y quede de las últimas en la valoración de los alumnos.

También realizaremos un análisis comparativo de los resultados entre los alumnos que cursan la asignatura de manera obligatoria (3º ESO) y aquellos que lo realizan por su elección, los alumnos de 4º de ESO, para demostrar si, como es de esperar, existen diferencias claras en la valoración de la asignatura Física y Química entre aquellos alumnos que la escogen de manera voluntaria y aquellos que no lo hacen.

Validaremos nuestra hipótesis, si existe una diferencia clara entre la valoración de Física y Química en alumnos de 4º de ESO en un porcentaje de por lo menos un 20 % con respecto a la valoración que realizan los alumnos de 3º de ESO.

En cuanto a la valoración de las preguntas de carácter abierto tenemos dos objetivos, Por un lado buscamos conocer cuáles son las causas a las que ellos atribuyen su desinterés por el área, y cuáles son las actividades que aumentarían su interés por el estudio del área. Y, por otro lado, buscamos descubrir que la enseñanza de las ciencias es deficiente en aspectos como los valores de la ciencia, la historia de la ciencia, las contribuciones de la ciencia a la mejora de la sociedad, trabajos prácticos, etc. De forma que éstos aspectos serán desconocidos o poco asimilados por los alumnos.

Consideraremos que nuestra hipótesis queda validada cuando en más de un 70 % los alumnos desconocen los aspectos nombrados en las subhipótesis de este capítulo.

3.2.1.4. Presentación de las entrevistas diseñadas para contrastar la imagen de la ciencia que poseen los alumnos.

Otro instrumento utilizado para contrastar la imagen que poseen los alumnos de las ciencias ha sido la realización de entrevistas semiestructuradas a alumnos de 3º y 4º de secundaria, de 1º de bachillerato.

En total se han realizado 20 entrevistas cuyo diseño ha sido semiestructurado, de forma que las preguntas realizadas han sido, básicamente, las siguientes:

Entrevista semiestructurada

Nombre:

Curso:

1. ¿Qué optativas escogiste en 4º ESO?
2. Ordena las materias de educación secundaria obligatoria según su interés en la vida cotidiana
3. Ordena las asignaturas según tu interés/ facilidad/etc.
4. ¿Por qué no escogiste Ciencias? ¿Qué factores ayudaron a que no lo hicieras?
5. ¿Cuál crees que es el desinterés hacia las ciencias? ¿Y en particular hacia la Física y la Química?
5. ¿Cómo aumentarías tu interés hacia la ciencia?
6. ¿Ves la ciencia una cosa de chicas o de chicos?
7. ¿Conoces científicas?
8. ¿Qué imagen tienes de las ciencias?
9. ¿Tienes una visión negativa de la ciencia?
10. ¿De todo lo que hemos hablado género, imagen y forma de enseñanza cuál crees que es la que más te ha influido?
11. ¿El miedo al fracaso ha influido?

También se han realizado otras para completar ideas de los y las estudiantes que no quedaban suficientemente desarrolladas, para aclarar las respuestas de alguno de ellos, etc.

Las preguntas realizadas en las entrevistas tienen los mismos objetivos que los objetivos de los cuestionarios, de forma que : la pregunta 1, 2 3,4,5 y 6 busca conocer cuál es su interés por las asignaturas en su educación, temas y actividades que aumentaría su interés, relacionadas con las subhipótesis 5.6, 5.7 y 5.8.

Las preguntas 7 y 8 están relacionadas con la subhipótesis 3 de Género ciencia.

Las preguntas 9 y 10 están relacionadas con la subhipótesis 4, que trataba el tema de la visión de la ciencia en la sociedad.

Las preguntas 11 y 12 buscan cerrar la entrevista.

3.2.1.5. Criterios de valoración de las entrevistas diseñadas para contrastar la imagen de la ciencia que poseen los alumnos.

Los criterios utilizados para la valoración de las entrevistas son similares a los utilizados para la valoración de las cuestiones abiertas de los cuestionarios.

Buscamos conocer de manera menos forzada que con las preguntas cerradas cuál es su imagen de la ciencia, y cuáles son los motivos de su bajo interés en el estudio de las ciencias.

En cuanto a las seis primeras preguntas buscamos que el alumno valore la Física y la Química como una de las peores asignaturas de la enseñanza secundaria obligatoria, para validar nuestra hipótesis deberemos encontrar la Física y la Química como una de las asignaturas peor valorada.

También buscamos demostrar que los temas, así como actividades que la didáctica de las ciencias propone como las más motivadoras y enriquecedoras para los alumnos, de forma que consideraremos confirmada la hipótesis si aparecen los mismos resultados que en el apartado de cuestionarios.

Las preguntas relacionadas con el tema de género y ciencia quedara validada si, al igual que ocurría con los cuestionarios, en por lo menos un 80 % los alumnos desconocen científicas, y si conocen la científica que conocen es Marie Curie.

En cuanto a las preguntas de su visión de la ciencia buscamos corroborar la imagen que denunciábamos en el capítulo de visión de la ciencia por la sociedad.

3.2.2.Red de análisis de libros de texto

3.2.2.1.Presentación de la Red de análisis de libros de texto

El análisis de los libros de texto se ha llevado a cabo a partir de la exploración detallada de una amplia y variada muestra del material que tiene mayor difusión en los centros de educación secundaria obligatoria y de bachillerato.

Los aspectos a analizar se han formulado en forma de cuestiones para verificar su presencia o ausencia en cada uno de los libros trabajados.

Aunque la ausencia o presencia de elementos es fácil de contrastar, la valoración del carácter educativo resulta difícilmente analizable bajo parámetros rigurosamente objetivos. Por ello, no vamos a analizar únicamente, su ausencia o no, sino dónde, en qué lugar y cómo se presentan estos contenidos, ya que la forma de presentación refleja la intención del comunicador.

Diversos estudios en el campo de la didáctica ya han considerado esta cuestión, se han considerado diferentes factores que permiten aproximarse al “valor” o la “importancia” que los autores desean dar a determinados aspectos en los libros de texto en función del modo en qué se presentaba la información.

La red de análisis de texto se ha pasado a una muestra de 22 libros de texto del área de ciencias naturales de 1º y 2º de ESO, de 3º y 4º de ESO del área de Física y Química, de 1º de Bachillerato de Física y Química, de 2º de Bachillerato de Física y de 2º de Bachillerato de Química, publicados desde 1996 hasta 2003, de nueve editoriales diferentes.

Este estudio se ha realizado por medio de una red de análisis que revisa la presencia o ausencia de las subhipótesis anunciadas.

La red fue ensayada en primer lugar por dos profesores, para comprobar su validez y una vez demostrada, se comenzó su aplicación.

La red consta de 15 cuestiones enunciadas de manera afirmativa para la comprobación de la presencia o ausencia de aquellos elementos que consideramos importantes según el planteamiento de nuestra hipótesis, y que esperamos que aparezcan de forma minoritaria o testimonial, cuando no serán prácticamente ausentes.

También considera en las ocasiones necesarias cuál ha sido la forma de introducir los contenidos.

Las cuestiones propuestas incluyen aquellas consecuencias de las subhipótesis detalladas en el epígrafe 3.1 susceptibles de ser directamente verificadas.

RED PARA EL ANÁLISIS DE TEXTOS

TEXTO ANALIZADO:

Autores, año de publicación, título, curso, Ciudad, Editorial.

1. Realiza tratamientos cualitativos previos a los cuantitativos:

Sí No

2. Hasta donde llega en el tratamiento cuantitativo

Ecuaciones vectores derivadas Integrales otras .

Se corresponde con el nivel de las Matemáticas de ese curso Si No

3. Cómo presenta la formulación

como un lenguaje

como una forma de entender las sustancias y sus propiedades

otras

4 Dónde presenta la formulación

a comienzos de la química

Como anexo ¿dónde remite al mismo?

después de átomo y enlace

5- Hasta donde llega en la formulación:

inorgánicos binarios , inorgánicos ternarios o más , hidrocarburos

, funciones orgánicas

6- Aparecen trabajos prácticos

Tipo "Recetas"

Pequeñas investigaciones

Situados dentro del texto (como recuadros)

Al final del capítulo

Integrado en el texto (teoría práctica)

7 Aparecen descripciones de aparatos, máquinas, etc. Sí No

Situados dentro del texto (como un cuadro)

Al final del capítulo

Integrado en el texto (teoría práctica)

8 Aparecen relaciones CTS Sí No

Situados dentro del texto (como un cuadro)

Al final del capítulo

Integrado en el texto (teoría práctica)

9 Aparecen aspectos de historia de la ciencia:

biografías contextualizadas ,

textos originales ,

trabajos prácticos como los originales ,

otras

Situados dentro del texto (como un cuadros)

Al final del capítulo

Integrado en el texto (teoría práctica)

10 Explicita finalidades de la ciencia:

sólo en la introducción

en capítulo sobre método científico otras

¿Cuáles?

11 Presenta valores de las ciencias:

sólo en la introducción

en capítulo sobre método científico

otras

¿Cuáles?

12 Se presentan ejemplos de como las ciencias pueden contribuir a resolver problemas o necesidades humanas:

como alimentación ,

salud y medicina ,

fuentes de energía ,

comunicaciones ,

Otras .

13- Presenta ejemplos de participación de científicos y técnicos, temas de armamento

Sí No

¿Cuáles?

14 Presenta investigaciones científicas sobre contaminación, agotamiento de recursos

Sí No.

¿Cuáles?

15 Aparecen ejemplos de científicas

Sí No

¿Cuáles?

Las cuestiones de la red T1, T2, T3, T4 y T5 conectan con la subhipótesis 1.1 sobre la metodología de enseñanza basada fundamentalmente en los aspectos cuantitativos, operativos, obviándose los conocimientos de los alumnos.

Las cuestiones T6 a T9 se correlacionan con la subhipótesis 1.2 que hace referencia a la omisión de aquellos aspectos que las líneas de investigación en didáctica de las ciencias demuestran que ayudarían a la motivación y al aumento de interés de los alumnos.

La subhipótesis 1.3 conecta con las cuestiones de T10 a T12, de forma que con estas cuestiones buscamos refutar o validar la idea de la ausencia en la enseñanza de las ciencias de los valores y finalidades implícitas en éstas. Las cuestiones de la red de análisis T12, T13 y T14 están relacionadas con las subhipótesis 1.3, 1.4 y 1.5 de forma que con estas dos cuestiones buscamos demostrar que a nuestros alumnos no se les muestran las contribuciones de la ciencia y los científicos en la mejora de la sociedad, y de las posiciones éticas de más de un científico hacia las cuestiones de la sociedad.

La cuestión T15 está relacionada con la cuestión de género, es decir con la subhipótesis 3.

A la hora de hacer la valoración y observación de los libros de texto hemos intentado agrupar las principales causas asociadas a la desmotivación de los alumnos hacia el estudio de las ciencias, la redacción de estas causas en forma de cuestiones para demostrar la ausencia o presencia de estos factores. No sólo hemos tenido en cuenta su presencia o no, sino cómo los autores de los libros quieren mostrar la información, ya que la intención de la comunicación y finalidad de la información introducida queda manifiesta en el *cómo*, *dónde* y *la forma* en que esta información se comunica.

Así, *cómo* presentamos una información demuestra cuál es la intención del autor, por ejemplo, la introducción en forma de receta de alguna de las prácticas de laboratorio no buscan la misma intención que si se presentan en forma de una pequeña investigación, más enriquecedora para el alumno.

Tampoco demarca la misma intención *dónde*, qué lugar escogemos para introducir un determinado contenido, por ejemplo en el caso de los trabajos prácticos no se busca la misma finalidad si se presentan como forma de anexos al final de un capítulo en forma de pequeñas recetas sin intervención por parte del alumno, que si se sitúa dentro del texto como una pequeña investigación que será más motivadora y enriquecedora para los alumnos.

Además del cómo y dónde es importante la *forma* en que se introduce un contenido ya que es importante resaltar la imagen que podemos transmitir de la ciencia. Un ejemplo es que si las relaciones CTSA se introducen únicamente tratando temas de contaminación, armamento, etc., sin mostrar ningún aspecto más, estamos ayudando a fomentar la imagen negativa de la ciencia.

Por todos estos motivos, a la hora de evaluar los resultados no únicamente trabajaremos de manera cuantitativa los resultados de ausencia o presencia, sino que también tendremos en cuenta éstas cuestiones del *dónde, cómo y forma*.

El objetivo de este análisis es poner de manifiesto la forma de enseñanza realizada por estos libros de texto que, habitualmente, transmiten la información propedéutica, es decir, preparatoria para cursos superiores, con énfasis en los aspectos operativos, formales, etc.

Por otra parte, la imagen que muestran es la de una ciencia descontextualizada, falta de elementos motivadores. Contribuyen así a una visión negativa de las ciencias que está provocando la huída paulatina de nuestros alumnos.

Así, en el capítulo de presentación de los resultados demostraremos que el porcentaje de los libros de texto que reúnen los elementos motivadores de los alumnos y que no caigan en cada una de las causas enunciadas en el capítulo de fundamentación teórica de nuestra hipótesis va a ser mínimo (por no decir nulo), con respecto a los que hacen caso omiso.

3.2.2.2. Criterios de valoración de la red de análisis de libros de texto

Las cuestiones de la red T1, T2, T3, T4 y T5 conectan con la subhipótesis 1.1 sobre la metodología de enseñanza basada fundamentalmente en los aspectos cuantitativos, operativos, obviándose los conocimientos de los alumnos. Consideraremos que la subhipótesis 1.1 quedará validada si en más de un 70 % de los libros de texto evaluados no aparece el ítem que estamos buscando, o si aparece, no aparece de la manera en que se dé un valor adecuado, como hemos comentado en el apartado anterior *cómo, dónde y la forma*. Por tanto, la hipótesis quedará refutada si existe un porcentaje menor al 70 %

La pregunta T1 del cuestionario hace referencia a la presentación de forma cualitativa de los temas trabajados, la que nosotros apoyamos como la más favorable, que la cuantitativa. La respuesta era muy sencilla si la respuesta es SÍ en más de un 70 % la subhipótesis 1.1 quedará refutada, ocurriendo el caso contrario si la respuesta es no.

La pregunta T2 hace referencia al nivel en que se presenta en el libro de texto los tratamientos cuantitativos, si se acomodan a los conocimientos de los alumnos o no, obviamente debería responder al nivel matemático de los alumnos. De esta forma, nuestra hipótesis quedará validada si en más de un 70 % la respuesta es que no se corresponde al nivel matemático de los alumnos a los que se presenta.

Las preguntas T3, T4 y T5, hacen referencia a la forma y el cómo se presenta a los alumnos, de forma que en cada una de estas preguntas existen unos

subapartados de cómo se presentan estos temas. Uno de los subapartados es el que la didáctica de las ciencias propone como realmente efectivos y los otros no. Así, consideraremos como validada nuestra hipótesis si en más de un 70 % en los libros de texto se presentan los temas de manera no indicada por la didáctica de las ciencias.

Las cuestiones T6 a T9 se correlacionan con la subhipótesis 1.2 que hace referencia a la omisión de aquellos aspectos que las líneas de investigación en didáctica de las ciencias demuestran que ayudarían a la motivación y al aumento de interés de los alumnos.

Así, al igual que en las preguntas anteriores aparece unos subapartados en los que buscamos encontrar la forma y el cómo se presentan los temas. En este caso, lo que estamos preguntando es sobre las relaciones Ciencia, tecnología y sociedad. Consideraremos validada nuestra hipótesis si en más de un 70 % los aspectos ciencia-tecnología y sociedad no aparecen integrados en el texto, sino que o no parecen o lo hacen como una mera referencia en un anexo, en un cuadro, a pie de página, etc.

Las preguntas de T10 a T14 están relacionadas con las subhipótesis 1.3, 1.4 y 1.5, sobre la presentación de los valores, finalidades, las contribuciones de la ciencia a la sociedad, etc. Consideraremos que éstas subhipótesis quedarán validadas si en más de un 70 % de los textos trabajados, se obvian o no se trabajan de manera adecuada estos temas.

La cuestión T15 está relacionada con la cuestión de género, es decir con la subhipótesis 3. Confirmaremos nuestra hipótesis si en más de un 70 % de los casos no aparecen las contribuciones de las científicas a la ciencia y a su construcción, y los alumnos no conocen los nombres de estas mujeres.

3.2.3. Diseño para contrastar el papel del profesorado en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

El objetivo de una parte de nuestra hipótesis es demostrar que en las aulas no se trabajan los aspectos que la Didáctica de las ciencias considera fundamentales para el aumento de la motivación en los alumnos, y para la mejora de su aprendizaje.

Para ello acudimos al análisis de los responsables de la programación del aula. En este momento, nos hemos centrado en dos pequeños grupos que son representativos.

El primero de ellos está constituido por profesores en activo que se encontraban en formación en temas de didáctica, el segundo de los grupos que constituye la muestra está formado por los alumnos que acaban de abandonar la

universidad y buscan su futuro en la educación, los alumnos del CAP. La muestra trabajada consta de 74 profesores, con diferentes grados de motivación y sensibilización, de diferentes niveles educativos y áreas. Los cuestionarios fueron realizados desde el año 2003 hasta el 2006.

3.2.3.1. Presentación de los cuestionarios P1, P2 y P3 para contrastar el papel del profesorado.

El primero de los cuestionarios tiene como finalidad encontrar cuáles son las cuestiones que a ellos, en su formación, les resultaron motivadoras en su enseñanza, de forma que buscamos la forma de enseñanza que ellos recibieron y sus deficiencias, así como los aspectos que según ellos fomentarían el interés en sus alumnos.

CUESTIONARIO P1

1. Señalar cosas que te interesaron cuando eras estudiante de ciencias.
2. Señala cosas que podrían interesar a los estudiantes
3. ¿Cuáles son las causas del desinterés hacia el estudio de las ciencias?

Con este cuestionario nuestro objetivo es demostrar cuáles son las actividades que, en primer lugar más les gustó trabajar a ellos en su etapa de escolarización, y en segundo lugar cuáles son las actividades que ellos consideran que más motivadores resultarías para sus alumnos.

Una vez enumeradas estas actividades demostraremos que en la mayoría de los casos coinciden con las propuestas con la investigación y que paradójicamente no son las que se trabajan en el aula.

La primera de las preguntas está relacionada con la subhipótesis 1 ya que pondrá de manifiesto la deficiencia de la enseñanza recibida por los alumnos en su período de escolarización, y la pregunta 2 está relacionada con la subhipótesis 2 en la que se pondrán de manifiesto que las actividades que ellos van a nombrar como motivadoras no aparecerán en su enseñanza.

En el segundo cuestionario buscamos contestar a las concepciones que tienen los docentes sobre las finalidades, objetivos y valores de las ciencias.

CUESTIONARIO 2 P2

1. ¿Cuáles son las finalidades (u objetivos) de la enseñanza de las ciencias?
2. ¿Qué valores se transmiten al enseñar ciencias?

El objetivo de este cuestionario es la mostrar que la mayoría de los docentes no son conscientes de los valores y finalidades de las ciencias, aunque estos se suelen explicitar, en mayor o menor grado, en los decretos oficiales de currículos. Esto no quiere decir que no los enseñen sino que transmitirán aquellos que implícitamente les fueron enseñados en su formación inicial.

En consecuencia, existe una confusión con los términos reduciéndolos a los puramente cognitivos y procedimentales, de forma que, difícilmente se pueden trabajar de manera adecuada los valores y finalidades de las ciencias si se desconocen o si se confunden con otros contenidos lejanos a los que se persiguen.

Este cuestionario está relacionado con la subhipótesis 2.2, en el que buscamos respuestas que evidencien la falta de formación del profesorado, y por tanto de su dificultad a la hora de llevarlo en práctica a las aulas.

También está relacionada con la subhipótesis 1.3, que hacía referencia a la presencia de las finalidades y valores de la ciencia o que se limitan a la enseñanza de los puramente cognoscitivos.

En el tercer cuestionario buscamos demostrar cuáles son las ideas de los docentes sobre la ciencia y sobre la ausencia de las relaciones CTSA en el proceso de enseñanza aprendizaje.

CUESTIONARIO 3 P3

1. ¿Qué es la ciencia?
2. Razones de la ausencia de relaciones CTS en la enseñanza de las ciencias.

Con este cuestionario buscamos demostrar que no se conoce de manera clara cuál es la naturaleza de la ciencia, cuáles son las razones alegadas para omitir las relaciones ciencia-tecnología –sociedad en las programaciones de aula.

De acuerdo con nuestra hipótesis esperamos que las razones alegadas para esta ausencia de relaciones CTSA se puedan clasificar en un alto porcentaje en las siguientes categorías:

- a) no corresponde al currículo, y falta tiempo para llevar a cabo todo el temario
- b) No tienen una formación adecuada para implantarlas
- c) no creen que sea necesaria la formación de los alumnos en estos temas, etc.

El objetivo de este cuestionario es la validación de la subhipótesis 2, tanto en su apartado 2.1 y 2.2, ya que, por un lado buscamos la demostración de la falta de formación en la naturaleza de la ciencia, así como del desconocimiento de parte de ésta y también la concepción de no ser necesaria la inclusión de estos temas en la programación dando prioridad otros conceptos más operativos y puramente cognoscitivos.

También podemos encontrar relaciones con la subhipótesis 1 y en particular a 1.2 y 1.4, subhipótesis que estaban relacionadas con la ausencia en la enseñanza de relaciones ciencia tecnología –sociedad y de la explicación de las contribuciones de la ciencia en la sociedad, y de los científicos en la sociedad.

3.2.3.2. Criterios de valoración de los cuestionarios P1, P2 y P3 para contrastar el papel del profesorado.

En este caso, el objetivo del cuestionario es, por un lado, demostrar la falta de formación del profesorado, y la coincidencia en las actividades y en los temas que aumentarían el interés en el estudio de la ciencia con los docentes y sus alumnos, y que son los que en los libros de texto no vamos a encontrar.

Nuestra hipótesis quedará validada si existe coincidencia en los temas, actividades, causas de desinterés y ausencia en la mayoría de los libros de texto trabajados.

Este cuestionario tenía como objetivo demostrar que los propios docentes no tienen muy claro, por su deficiente formación, las finalidades y los valores de la ciencia. De forma, que quedará validada nuestra hipótesis si aparecen, en un alto porcentaje únicamente aquellos valores puramente cognoscitivos.

Como hemos especificado con este cuestionario buscamos conocer cuál es la opinión de los docentes sobre la ciencia, de forma que podamos constatar o no la visión dogmática y elitista de la mayoría de los docentes, es decir, buscamos cuál es la imagen de los docentes de la ciencia, y de esta forma podremos conocer cuál es la ciencia que se está presentando a los alumnos.

3.2.4. Diseño para contrastar la imagen pública de la ciencia

Se trata de encontrar citas bibliográficas de autores (científicos, filósofos, divulgadores o historiadores de la ciencia, etc.) preocupados o concernidos por el tema.

Intentaremos demostrar con este análisis que la ciencia sigue siendo considerada como:

a) Parte del conocimiento que no forma parte de la cultura necesaria para la ciudadanía.

b) Por otro lado, también encontraremos muchas citas en las que la ciencia sigue siendo considerada como la causante de la mayoría de las desgracias de este mundo actual, como la contaminación, las guerras, etc.

c) Encontraremos también citas en las que mostraremos que se considera a los científicos como unos genios, desconectados de las necesidades de la sociedad, encerrados en su laboratorio.

d) Se proporciona una visión de la ciencia como un campo cerrado de conocimiento, con un elevado poder sobre la vida de la sociedad, sobre el que el resto de la sociedad, que no pertenece a la comunidad científica, no puede ni actuar ni comprender.

e) Presentan al mundo como un sistema perfectamente conocido y gobernado por un número finito de leyes universales que el científico puede aprender y aplicar pero no modificar. Es un conocimiento ajeno a nosotros.

Capítulo 4: Presentación y análisis de la primera hipótesis

Para poder contrastar la primera hipótesis, presentaremos en este capítulo los resultados que hemos obtenido al aplicar las redes para el análisis de los libros de texto, los cuestionarios para profesores y para alumnos, las entrevistas, etc., cuyo diseño ya se ha explicado en el capítulo tercero.

El análisis de los diferentes resultados nos permitirá validar nuestra hipótesis que, como recordaremos, hace referencia a la imagen negativa de las ciencias y sus implicaciones en la enseñanza aprendizaje. La diversificación de los cuestionarios y la aplicación en los diferentes ámbitos permitirá una mejor verificación de las diferentes hipótesis operativas en las que se desarrolla la hipótesis principal tal como la habíamos enunciado anteriormente.

4.1. Presentación y análisis de los resultados de los datos de matriculación.

Para ver la disminución del interés se pueden analizar datos objetivos como los alumnos presentados a las pruebas PAU de la provincia de Valencia, proporcionados por la Universidad. Ya tenemos datos de 5 cursos y se constata que el porcentaje de estudiantes de 2º de Bachillerato que cursan las materias de ciencias Física, Química y Biología en la provincia de Valencia, sobre la totalidad de los de 2º se ha reducido respecto del COU en un 40 % en el caso de la Física, en un 35 % en la Química y en un 18 % en el caso de la Biología.

| Año | Física (%) | Química (%) | Biología (%) |
|-----------------------------|-------------------|--------------------|---------------------|
| 1997- COU | 47 | 51 | 35 |
| 2000- COU | 46 | 53 | 38 |
| 2003- LOGS E | 27 | 34 | 30 |

| | | | |
|-------------|------|------|------|
| 2004 | 31 | 34 | 28 |
| 2005 | 28.9 | 33.9 | 28.0 |

Esto es debido al aumento de las opciones de Bachillerato y de la cantidad de asignaturas optativas propiciada por la LOGSE, y también por la introducción de la Filosofía II por la LOCE (en realidad, por el decreto de Humanidades que se publicó previamente), que se ha hecho a expensas de una optativa específica, con lo cual los alumnos mayoritariamente sólo cursan 3 asignaturas científicas (cuando en Preuniversitario, COU y LOGSE cursaban 4). Ahora también podrían cursarlas, pero lo cierto es que eligen Educación Física, Informática, Economía, etc. Todo ello agravado por el hecho de que los alumnos que cursan las optativas de una modalidad no eligen las de la otra.

De todas formas se trata de datos globales de alumnos presentados a las diversas asignaturas en las PAU, que también nos dan información sobre el número de alumnos que eligen cada modalidad de bachillerato pero no sobre su sexo.

Los datos de alumnos en cada uno de los bachilleratos en la población de alumnos matriculados a las PAU en la Comunitat Valenciana en junio del 2005, fueron de un 2'7 % del alumnado en el bachillerato artístico, un 26.7 % en el bachillerato de Matemáticas y Física, un 27'0 % en el bachillerato de Biología-Química, un 14'2 % en el de humanas y un 29'5 % en el de sociales, que es el más elegido. Esto confirma nuestra hipótesis de disminución de estudiantes en ciencias, ya que en COU el % de alumnos en ciencias era muy superior al de Humanidades y Ciencias sociales (unos dos tercios frente a un tercio)

En cuanto al sexo, se podría comprobar analizando datos de matrícula en diversos centros (provisionalmente 3 públicos), durante dos cursos, en las dos opciones (A y B) de cada modalidad de bachillerato (Ciencias de la Naturaleza y la Salud y Humanidades y Ciencias Sociales que, con N=333, proporciona los siguientes resultados. El porcentaje de chicas en los bachilleratos es superior al de chicos y es superior en todas las modalidades de bachillerato. En Biología Química es el 72.4 %, en Humanas el 79,6 % y en sociales el 56.1 %, lo que implica que en Matemáticas y Física tiene que ser mucho menor, en concreto, es el 18.6 %. Es decir, el número de chicas que eligen Física y Matemáticas con la LOCE se ha reducido notablemente con respecto a las que cursaban estas materias en COU o LOGSE, lo cual reducirá significativamente el número tituladas en Ingenierías, Arquitectura, Física y Matemáticas de nuestro país, regresando a discriminaciones por razones de género que parecían superadas.

4.2. Presentación de los resultados obtenidos con los cuestionarios a los alumnos

Para poder conocer cuál es la imagen de los alumnos de la ciencia se han pasado dos cuestionarios a alumnos de educación secundaria a una muestra de de 91 alumnos de 3º y 4º de secundaria.

Para poder hacer el análisis hemos considerado dividirlo en tres estudios.

En un primer estudio vamos a realizar el análisis de los resultados de los cuestionarios en aquellos alumnos que cursan el área de Física y Química como parte de su formación académica de manera obligatoria.

En un segundo estudio vamos a realizar el estudio de los dos cuestionarios para los alumnos de 4º de secundaria, de forma que lo que buscamos es conseguir la visión de la ciencia de aquellos alumnos que han elegido el estudio de las ciencias en su formación académica.

En tercer lugar vamos a realizar el estudio de los resultados en conjunto, `para ver si existen diferencias significativas.

Para hacer el estudio de los resultados de los cuestionarios analizaremos una a una las cuestiones.

4.2.1. Análisis de los resultados del cuestionario 1.

La primera de las cuestiones del cuestionario A es una respuesta de carácter cerrado donde los alumnos deben valorar de 0 a 10 su interés por las asignaturas cursadas en la educación secundaria obligatoria.

En alumnos de 3º de ESO los resultados son:

| Valoración del interés de los alumnos por las asignaturas de 3º de educación secundaria obligatoria N= 46 alumnos | | | | |
|--|----------------|--------------|--------------|---------------|
| | MENOR 4 | 5 Y 6 | 7 Y 8 | 9 Y 10 |
| Inglés | 31,6 | 36,8 | 26,3 | 5,26 |
| Geografía e historia | 15,8 | 36,8 | 36,8 | 10,5 |
| Música | 21 | 63,2 | 15,8 | 0 |
| Castellano | 15,8 | 47,4 | 36,8 | 0 |
| Valenciano | 10,5 | 57,9 | 26,3 | 5,26 |
| Educación plástica | 15,8 | 42,1 | 21,1 | 21,1 |
| Educación física | 15,8 | 31,6 | 26,3 | 26,3 |
| Matemáticas | 52,6 | 21,1 | 21,1 | 5,26 |
| Tecnología | 5,3 | 10,5 | 68,4 | 15,8 |
| Biología y Geología | 0 | 36,8 | 42,1 | 21,1 |
| Física y Química | 47,4 | 31,6 | 15,8 | 0 |

En este caso el 47 % de los alumnos de 3º de secundaria tienen el área de Física y Química como la peor valorada. Únicamente con un porcentaje mayor se sitúa el área de matemáticas. Y no hay **ningún** alumno que puntúe Física y Química como el área mejor valorada.

Los resultados obtenidos para los alumnos de 4º de secundaria son:

| Valoración del interés de los alumnos por las asignaturas de 4º de educación secundaria obligatoria N= 45 alumnos | | | | |
|--|----------------|--------------|--------------|---------------|
| | MENOR 4 | 5 Y 6 | 7 Y 8 | 9 Y 10 |
| Inglés | 6, 7 | 13, 3 | 53,3 | 26,7 |
| Geografía e historia | 20 | 26, 7 | 33,3 | 20 |

| | | | | |
|---------------------|------|------|------|------|
| Música | 73,3 | 26,7 | 0 | 0 |
| Castellano | 6,7 | 40 | 53,3 | 0 |
| Valenciano | 46,7 | 33,3 | 20 | 0 |
| Educación plástica | 60 | 40 | 0 | 0 |
| Educación física | 20 | 13,3 | 40 | 26,7 |
| Matemáticas | 31,3 | 33,3 | 22,1 | 13,3 |
| Tecnología | 46,7 | 20 | 20 | 13,3 |
| Biología y Geología | 20 | 26,7 | 40 | 13,3 |
| Física y Química | 20 | 20 | 46,7 | 13,3 |

Entre los alumnos de 4º de secundaria cuya elección ha sido cursar el área de Física y Química, que posiblemente cursarán un bachillerato científico, las asignaturas menos valoradas no corresponden a ninguna de las asignaturas de ciencias. Únicamente el 20 % de los alumnos consideran al área de Física y Química como la peor valorada. Y el 13 % de los alumnos le proporcionan una puntuación entre 9 y 10, siendo una de las pocas asignaturas que reciben esta puntuación.

Por lo que, en una primera conclusión, cuando la asignatura de Física y Química es una de las elecciones de los alumnos, el porcentaje de los alumnos que la consideran como la peor valorada no es tan alto como en el caso de los alumnos de 3º de secundaria: un 20 % en el caso de 4º de ESO frente a un 47 % de 3º de ESO.

No sólo existen diferencias palpables en cuanto a la valoración más negativa, sino también en cuanto a la máxima puntuación ya que, mientras que entre los alumnos de 3º de ESO no existe ningún alumno que atribuya la mayor puntuación al área, en el caso de 4º de ESO el 13 % de los alumnos proporcionan la máxima puntuación al área.

La pregunta número 2 del cuestionario 1 pregunta a los alumnos cuáles son las causas de su desinterés hacia el estudio de la asignatura de Física y Química. Los resultados obtenidos son:

| Causas del desinterés | | | | | | | |
|--------------------------------|----------|-----------------------|--|-------------------|---------|-----------------|-------------|
| | Profesor | Aburrida y Complicada | Pocas prácticas ucha teoría y fórmulas | No hay desinterés | No sabe | Falta de salida | No me sirve |
| Porcentaje de la muestra total | 41,7 | 70,8 | 85,5 | 10,3 | 4,2 | 8,3 | 12,5 |
| Porcentaje de 3º ESO | 36,8 | 78,9 | 84,2 | 5,3 | 0 | 10,5 | 15,8 |
| Porcentaje de 4º ESO | 46,7 | 53,3 | 86,7 | 13,3 | 6,7 | 6,7 | 6,7 |

Si realizamos el tratamiento de datos de manera conjunta los resultados que obtenemos son:

1) En un 41'7 % de los alumnos alegan razones relacionadas con el profesor, su forma de enseñanza y su programación. En las respuestas proporcionadas por los alumnos se encuentran literalmente respuestas del tipo: *“Cuando lo explica no lo entiendo”, “Los temas trabajados por el profesor son aburridos”* o *“tengo bastante interés si la clase la da Rafael, por que hace que prestar atención sea fácil”*.

2) En un 70 % los alumnos alegan que las clases de Física y Química, son aburridas, difíciles y pesado a la hora de estudiar, con un excesivo formalismo matemático y de fórmulas.

3) En un 85.5 % contestan que existe demasiada teoría y fórmulas y no realizan prácticas de laboratorio.

4) Únicamente el 10.3 % no manifiesta ningún desinterés hacia el estudio del área de Física y Química.

5) El 10.3 % creen que no existe desinterés

6) El 4.2 % no saben porque tienen desinterés

7) El 8.3 % alegan que no tiene salida profesional el estudio de Física y Química

8) Y un 12,5 % alegan que no les sirve el estudio de Física y Química por su orientación profesional. Esto quiere decir que la alfabetización científica y

tecnológica no es vista como necesaria, es decir, como un elemento de la cultura de nuestro tiempo.

El tratamiento de datos conjunto ha ayudado a validar nuestras hipótesis, pero también resulta interesante analizar las diferencias existentes entre las respuestas proporcionadas por los alumnos de 3º de ESO y los de 4º de ESO, ya que como hemos dicho, los de 4º tienen como elección el estudio de las ciencias.

Así los resultados más llamativos los podemos resumir en:

1) Los alumnos de 4º de ESO no consideran la asignatura tan aburrida o complicada como lo consideran los alumnos de 3º de ESO con una diferencia de más del 20 %.

2) También es interesante la diferencia en el porcentaje de alumnos que no tiene desinterés en el estudio ya que en el caso de 4º de ESO hay más alumnos que no poseen desinterés en el estudio de Física y Química.

3) Igual de interesante es que no existan diferencias significativas en la consideración de las siguientes causas: Profesor y su programación, la concepción de que la asignatura es aburrida y complicada, así como de la presencia de poca práctica de laboratorio. Esto significa que aunque tengan interés por la asignatura demandan la modificación en la programación del profesor atendiendo a estas demandas.

En la cuestión número 3 del cuestionario 1 se les propone que enuncien aquellos temas que les gustaría trabajar en el aula de manera que aumentaría su interés en el estudio del área de Física y Química.

Los resultados obtenidos son:

| | Química | Laboratorio | Astronomía | Armamentos | Aplicaciones reales | Amenas |
|-------------------|----------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------------------------|---------------|
| Porcentaje | 8,3 | 54,2 | 4,2 | 4,2 | 16,7 | 29,2 |

Se presenta una única tabla porque no existen diferencias significativas entre la opinión de 3º y 4º. Podemos afirmar que:

En un 8 % prefieren trabajar más temas de química que de Física

1) En un 54 % su interés se vería acrecentado si realizasen más prácticas de laboratorio

2) Y en un 29 % piden que en las clases se deberían trabajar aspectos para realizar las clases más amenas.

3) En un 16.7 % de los alumnos piden que en el aula se trabajen aplicaciones reales, de su vida cotidiana para aumentar su interés.

En la cuestión número 4 del cuestionario 1 se les pide a los alumnos que enumeren aquellas actividades que les gustaría trabajar en el aula para aumentar su interés en el estudio de la asignatura.

Los resultados obtenidos son:

| | Construcción de objetos | Laboratorio | Cambio en la programación |
|------------|--------------------------------|--------------------|----------------------------------|
| Porcentaje | 8,3 | 54,2 | 29,2 |

Observamos que:

1) En un 4,2 % piden que se trabaje en el aula la demostración del funcionamiento, construcción, etc. de los objetos utilizados en la vida cotidiana.

2) En un 33% piden un mayor trabajo práctico de laboratorio

3) En un 12 % piden el cambio del trabajo en el aula del profesor.

En este caso tampoco hay diferencias significativas entre la opinión de 3° y 4°.

4.2.2. Análisis de los resultados del cuestionario 2.

La primera de las preguntas planteadas en este cuestionario hace referencia a los valores que los alumnos creen que les aporta el estudio de la enseñanza de Física y Química, los resultados obtenidos son:

| Resultados de los Valores que aporta el estudio de Física y Química (porcentaje) N= 91 | | | | |
|--|--------------|---------|---------|-----------|
| | Conocimiento | Ninguno | Interés | Formación |
| Porcentaje (Muestra en conjunto) | 33,3 | 66,7 | 8,3 | 12,5 |
| Porcentaje 3º ESO | 26,5 | 84 | 0 | 6,7 |
| Porcentaje 4º ESO | 40 | 48,7 | 16,6 | 17,6 |

Las subcategorías establecidas en esta pregunta corresponden al siguiente criterio:

- a) Dentro de lo que hemos nombrado como *conocimiento* todas aquellas respuestas que hacían referencia a conocer el mundo, conocer como funcionan las cosas, saber, adquirir conocimiento, etc.
- b) En la categoría de *ninguno* se encuentra aquellos cuestionarios en los que la respuesta era que no le aportaba nada, o ninguno, etc.
- c) Dentro de la categoría *interés* se han incluido todas aquellas respuestas como interés por conocer, interés por saber como funcionan las cosas, etc.
- d) Y dentro del apartado de *formación* se han contabilizado todas aquellas respuestas como: para la formación universitaria, para la educación, etc.

En este caso existen diferencias significativas entre los resultados obtenidos entre los alumnos de 3º de ESO y los alumnos de 4º de ESO. Por lo tanto, haremos en primer lugar un tratamiento de los datos por separado para más tarde, realizar el tratamiento conjunto de los datos.

Si analizamos los resultados de los alumnos de 4º de ESO, la primera diferencia significativa está en la respuesta sobre los valores que aporta el estudio de las ciencias, ya que la respuesta no aporta ningún valor, se reduce en casi la mitad. Sin embargo, no deja de ser preocupante que el 46 % de los alumnos no encuentren ningún valor en el aprendizaje de la asignatura.

Los resultados en este caso son asombrosos ya que el 66,7 de los alumnos cree que el estudio de la Física y la Química no le aporta ningún valor, apoyado por frases tan lapidarias como “ ¡valores! Ninguno”, “¿Cómo?”.

Y, los alumnos que sí contestan, los únicos valores que enumeran son el conocimiento o saber, únicamente.

Estos resultados validan completamente las subhipótesis 5.1, que hace referencia a que los alumnos no son capaces de identificar que valores les aporta la

ciencia, posiblemente ni los puramente cognitivos, de forma que en su enseñanza no reciben la parte más importante de la ciencia que les ayudaría a comprender y aceptar la ciencia de una forma más positiva.

La segunda de las preguntas que se plantean en este cuestionario se les preguntan qué relaciones conocen entre la Física y la Química y el armamento, y los resultados obtenidos son:

| Contribución de la Física y la Química en los armamentos (porcentaje)N= 91 | | | | |
|---|-----------------|-------------------|----------------|----------------|
| | Inventan | Construyen | Ninguna | No sabe |
| Porcentaje | 54,2 | 58,3 | 28,2 | 19,8 |
| Porcentaje 3º ESO | 52,6 | 56,3 | 30 | 26,3 |
| Porcentaje 4º ESO | 53,3 | 60 | 26,3 | 13,3 |

Para la agrupación en estas categorías utilizamos los siguientes criterios:

a) Dentro de la categoría inventan se introdujeron aquellas respuestas en la que se hacía referencia a: son las que la inventan, investigan sobre ello, investigan las mejoras en la eficacia.

b) Dentro de construyen se incluyeron aquellas respuestas que dicen que además de inevitables y diseñarlas, los científicos las fabrican y construyen.

Si realizamos el tratamiento de los datos teniendo en cuenta las diferencias existentes entre 3º y 4º de ESO vemos que únicamente es destacable es que las respuestas no sabe, no contesta es menor (de un 56.3 % a un 39.6 %), lo que puede significar que ha sido más trabajado en su educación.

Los resultados de esta pregunta validan las subhipótesis 5.2 y 5.3, ya que porcentajes de casi el 50 % de no saben/no contestan, ponen de manifiesto que a los alumnos no se les enseña las repercusiones sociales de muchos productos del conocimiento científico y, por otro lado, si se conocen, sólo se conoce su parte más negativa. Con este resultado vemos que estamos afianzando su visión negativa de la ciencia, y que desconocen las contribuciones de la Física y la Química a la resolución de necesidades humanas, lo que afianza la visión de la ciencia como conocimiento cerrado y desconectado de la sociedad, y por lo tanto separada de su vida cotidiana, factor determinante en la motivación de los alumnos.

La pregunta número 3 del cuestionario pretende contrastar la subhipótesis 5.2 y 5.3, que hace referencia a que en el proceso de enseñanza – aprendizaje no se presentan las repercusiones y contribuciones de la ciencia y si se presentan lo hace en aquellos aspectos que provocan una visión negativa de la ciencia; los resultados obtenidos son:

| Relación entre la ciencia y el medio ambiente (N= 91) | | | | | |
|--|---------------|-------------|---------|---------|---------|
| | Contaminación | Perjudicial | Ninguno | Mejoras | No sabe |
| Porcentaje (total) | 55.95 | 22.5 | 29,2 | 3.4 | 10,7 |
| Porcentaje 3º ESO | 57, 9 | 26,7 | 33,3 | 0 | 21 |
| Porcentaje 4º ESO | 54 | 18.3 | 25 | 6,7 | 0 |

En este caso, también es interesante hacer en primer lugar un análisis de los resultados obtenidos entre los alumnos de 4º y 3º de ESO, así, encontramos:

1) No existe ningún alumno de 4º de ESO que conteste que no sabe si la Física y la Química tienen relación o no con el medio ambiente frente a un 21 % de los alumnos de 3º de ESO.

2) También es menor el porcentaje de alumnos que no encuentran entre Física y Química y el Medio ambiente, ninguna relación.

3) El 6,7 % de los alumnos de 4º de ESO dicen que la Física y la Química pueden contribuir en la mejora del medio ambiente, mientras que ninguno de los alumnos de 3º de ESO nombra nada positivo sobre la ciencia y el medio ambiente.

4) También es menor el porcentaje de alumnos de 4º de ESO que asocian la palabra perjudicial con el área.

5) Es significativo que no existan diferencias en la relación entre Física y Química con la palabra contaminación, ya que demuestra el tipo de formación que están recibiendo en la que tanto a los alumnos “de ciencias” como los de 3º se relaciona Física y Química con la Contaminación.

Si tratamos los datos de manera conjunta lo que obtenemos que existe un gran número de alumnos que no encuentran ninguna relación entre Física y Química, en casi un 30%), lo que demuestra la subhipótesis 5.2 y 5.3. subhipótesis que también quedan apoyadas por el hecho de que el 55% de los alumnos que conocen alguna relación la relaciona con la contaminación ,afianzando de esta forma la visión negativa de la ciencia como causante de los problemas que actúan sobre la sociedad en este momento. La subhipótesis 5.2 y 5,3 que han quedado validadas, éstas postulaban que en la formación de los alumnos no se tratan las repercusiones sociales de los avances de la ciencia, y si reciben formación, únicamente trabajan las negativas, Tampoco las contribuciones de los científicos en las mejoras de la vida cotidiana, respectivamente.

La pregunta número 4 de este cuestionario, también pretende contrastar o validar las subhipótesis 5.2 y 5.3. Los resultados obtenidos son esclarecedores:

| Contribuciones de la Física y la Química (porcentaje)N= 91 | | | | | |
|---|----------------|---------------------|-----------------|-----------------|----------------|
| Inventos | Ninguna | Alimentación | Medicina | Energías | No sabe |
| 25 | 66,7 | 8,3 | 12,5 | 8,3 | 16,7 |

En este caso no existen diferencias significativas entre los alumnos de 3º y de 4º de ESO.

Uno de los resultados más preocupante es que el 67 % de los alumnos del segundo ciclo de educación secundaria obligatoria cree que no existe ninguna contribución de Física y Química, que unido al 17 % que no sabe no contesta, resulta decisivo a la hora de validar la subhipótesis 5.3. Esta relacionada con la enseñanza de la ciencia y la ausencia en la misma de temas relacionados con las relaciones CTS.

La pregunta 5 y 6 está relacionada con la cuestión de género y el desconocimiento de los alumnos de secundaria de la contribución de las científicas en la construcción de las ciencias. Así, los resultados obtenidos son más que llamativos, ya que en casi un 80 % de los casos no conocen ninguna científica, y el resto la única científica que conocen es Marie Curie.

| Científicas conocidas (porcentaje)N= 91 | | | |
|--|--------------------|--------------|----------------|
| | Marie Curie | Otras | Ninguna |
| Porcentaje (Total) | 27,1 | 0 | 72,9 |
| Porcentaje 3º ESO | 21 | 0 | 78,9 |
| Porcentaje 4º ESO | 33,3 | 0 | 66,7 |

En este caso existen diferencias entre las respuestas de los alumnos de 4º y de 3º de ESO, aunque no tan significativas como en las preguntas anteriores, aún así es significativo que el porcentaje de alumnos que no conocen a ninguna científica es menor en un 10 %, aún así sigue siendo escandaloso que sólo el 33,3 % de los alumnos nombren a Marie Curie y siga sin nombrarse a ninguna otra más.

Los resultados en cuanto a la cuestión de género demuestran y validan completamente la **subhipótesis 3.2.** que planteaba la ausencia del trabajo en el aula del tema de las científicas que contribuyeron a la construcción de las ciencias.

En este cuestionario también se les preguntó sobre las razones que ellos alegan para que se desconozcan científicas y sus respuestas fueron:

| Razones del conocimiento de las científicas (porcentaje)N= 91 | | | | | |
|--|----------------------|--------------------------|--------------|------------------|------------------|
| No las estudian | No se conocen | Otras profesiones | No sé | No sirven | No podían |
| 16,7 | 42 | 4,2 | 50 | 4,2 | 20,8 |

En esta pregunta tan poco es necesario el tratamiento de los datos por separado ya que no existen diferencias significativas en sus respuestas.

Las respuestas de los alumnos han sido llamativas y esclarecedoras ya que una de las razones alegadas es obvia no las conozco porque no las he estudiado. También alegan que no se conocen mujeres científicas o frases tan llamativas como *“las mujeres no sirven para la ciencia”*, *“se dedican a otras cosas”* de forma que esta respuesta valida las subhipótesis 2.2, 3.2, 5.4 y 5.5.

4.2.3. Presentación de los resultados de las encuestas

Las entrevistas se han realizado siguiendo un guión semiestructurado. Los resultados obtenidos de estas veinte entrevistas no muestran diferencias significativas con respecto a los tratamientos estadísticos de los cuestionarios.

Sin embargo si han aportado conclusiones, frases y comentarios surgidos de manera espontánea en la entrevista que sí son remarcables y que pueden apuntar una futura línea de investigación

Para hacer el tratamiento de los datos los vamos a agrupar por los temas propuestos.

Uno de ellos es el profesor y la forma de enseñanza. Los comentarios de los alumnos se pueden resumir en dos posturas. Los que dicen: *“amb ell m’ho passava bé.”*, *“vore aplicacions de la ciència ajuda a entendre els conceptes”* o, por el contrario, los que afirman que *“estaba un poco loco, siempre haciendo ejercicios sobre dónde caía una bomba, cuánto tiempo tardaba, y ! a mi que me importa!”*, *“desde que entraba hasta que salía no entendía nada de lo que decía”*, *“la profesora de 3º si que la entendía bien , a esta no sé ni lo que dice”*.

Con estas respuestas, queda totalmente validada nuestra hipótesis sobre cómo la programación y la forma de trabajar en el aula pueden afectar sobre el alumno y su interés.

Otro de los grupos sobre las que hemos agrupado los alumnos es cuáles son los aspectos que se trabajan en el aula, así respuestas como: *“aprendí el método científico de memoria pero nunca entré en el laboratorio para aplicarlo”*, *“tantas reacciones y reacciones, ¿para qué? Nunca he visto una”*.

Dentro de esta categoría cuando les preguntamos de manera directa cuáles son las actividades que hubieran aumentado tu interés las respuestas que obtuvimos corroboran lo ya demostrado en los cuestionarios de alumnos y profesores con respuestas del estilo: *“no he entrado en un laboratorio en mi vida”*. *“quizás si hubiera trabajado algún aspecto que me afecte en mi vida”*, *“Vore aplicacions de la ciència”*, *“menos ejercicios, menos teoría, o por lo menos que no sea tan aburrido, es que no sé para que me sirve conocer cómo se llama el óxido de estaño”*, *“temas sobre el efecto invernadero, pero no con tantas fórmulas, pero más entendible”*, *“No més teoria i problemes”*.

De estas respuestas podemos ver que no existen diferencias significativas sobre los temas y aspectos que les gustaría trabajar, respecto a los que se nombran en los cuestionarios.

Otro de los grupos que hemos hecho corresponde a los alumnos de 3º o 4º que han escogido su opción y no ha sido ciencias. En este caso las repuestas obtenidas se pueden resumir en: *“para la carrera que quiero estudiar no me sirve para nada”, “no tenía claro lo que quería estudiar, pero es más fácil plástica que Física y Química”, “aunque me gustaban, no se me daba bien, me costaba mucho aprobar”, “¡ya es difícil aprobar bachillerato como para escoger el científico!”*, *“estudiando ciencias ¿en qué voy a trabajar?”*.

Una vez más aparece la dificultad de las ciencias, el miedo al fracaso, la falta de salida, etc.

La otra categoría hacía referencia a la cuestión de género a la pregunta de si conocían algunas científicas obtuvimos respuestas como: *“¿científicas? Ninguna”, “esta que se dedicó a la radiactividad.... Curie creo que se llamaba”, “la verdad es que no conozco a ninguna, nunca me había planteado esta pregunta”*.

Dentro de este grupo también preguntamos porqué creía que las chicas no cursaban Física y las respuestas más clarificadoras son: *“ells (els xics) són més esquemàtics”, “nos gustan más otras cosas”*.

El último grupo que hemos encontrado es la imagen de la ciencia las respuestas que obtuvimos hacen referencia casi en un 90 % a temas de medio ambiente, lo que se pone de manifiesto con las siguientes respuestas: *“Es bona, ens fa avançar, però a la vegada dolenta, i ens està perjudicant”, “nos ayuda a avanzar,”* ante esta pregunta le pregunté a qué nos ayudaba a avanzar y no supo que contestar, *“la imagen que tengo es que es perjudicial, fíjate las noticias, ¿oíste lo del vertido de la planta química?”*.

Y, otra vez vemos la relación entre la ciencia y el medio ambiente como si fuera la causante de los problemas.

4.3. Resultados obtenidos con los cuestionarios sobre la visión que aportan los libros de texto de la ciencia

El cuestionario de los libros de texto diseñado para el análisis de los libros de texto se ha aplicado a una muestra de 22 libros de texto, de forma que los resultados obtenidos atendiendo a los criterios de evaluación explicitados en el epígrafe anterior son los siguientes:

| Resultados del análisis de las preguntas T1, T2, T3, T4 y T5 | |
|--|------|
| | % |
| 1 No existe tratamiento cualitativo previo al cuantitativo | 81,8 |
| 2 El tratamiento matemático no se corresponde al nivel matemático del alumnado | 72,7 |
| 3 No presenta la formulación asociado al tema de átomo y enlace | 78.6 |
| 4 Presenta la formulación como un tema | 82.3 |
| 5 El tema que trabaja supera el nivel de BUP | 72.7 |

Como hemos especificado en el capítulo anterior las preguntas T1, T2, T3, T4 y T5 se habían formulado para la comprobación de la subhipótesis 1.1 y que ésta quedaría validada si existía un porcentaje mayor al 70 % en las preguntas referentes al tratamiento de los contenidos en el aula.

Los resultados obtenidos en el análisis de los libros de texto son:

- 1) En un 81,8 % de los libros analizados el tratamiento cualitativo previo necesario para una mejor comprensión de la asignatura está ausente, y sin hacer el tratamiento cualitativo se presentan los temas trabajados directamente con un tratamiento cuantitativo,
- 2) Además, este tratamiento cuantitativo en un 72,7 % no corresponde al nivel matemático de los alumnos.
- 3) El modo de presentación de los contenidos, tampoco es el adecuado, y en un 78.6 % en un tema como la formulación se incurre en el error de presentar la formulación como un tipo de lenguaje, denunciados por la didáctica de las ciencias

En cuanto a la cuestión número 5 de la red de análisis de texto hace referencia al nivel con que se trata el tema de la formulación, es decir, si se trabaja la formulación orgánica e inorgánica y a que detalle llega. Para poder validar nuestra hipótesis lo que hemos hecho es comparar el nivel trabajado con el correspondiente a l que establecía el currículo de BUP (inorgánica en 2º, inicio de la orgánica en 3º y dominio de la orgánica en COU).

En este primer tramo del análisis de libros de texto queda totalmente validada la **subhipótesis 1.1** que hacía referencia a que *la enseñanza de la Física y*

Química se centra en los aspectos cuantitativos, operativos, que exceden al conocimiento matemático de los alumnos e incluso hasta el punto de superar en algunos casos (por ejemplo, la formulación), lo que se hacía en BUP.

Las cuestiones T6 a T9 se correlacionan con la subhipótesis 1.2 que hace referencia a la omisión de aquellos aspectos que las líneas de investigación en didáctica de las ciencias demuestran que ayudarían a la motivación y al aumento de interés de los alumnos, así como de su mejor aprendizaje de la asignatura.

| Resultados de las cuestiones T6, T7, T8 y T9 del análisis de los libros de texto | |
|---|-----------------|
| | NO (%) |
| 6 Aparecen trabajos prácticos tipo receta al final del capítulo | 95,5 |
| 7 Hay descripción de aparatos | 81,8 |
| 8 Aparecen relaciones CTS | 86,4 |
| 9 Aparece la historia de la ciencia | 86,4 |

1) En un 95.5 % de los libros trabajados los trabajos prácticos se presentan en forma de receta al final del capítulo.

2) En un 81.8 % de los resultados en la presentación de estos temas no se incluye la descripción de aparatos relacionados con el tema introducido, y si lo hace no lo hace integrado en el texto confiriéndole igual importancia que el tema introducido, sino que lo hace en un cuadro, en un anexo o a pie de página, etc.

3) En un 86.4 % de los libros de texto analizados no se hace referencia a las relaciones CTSA, y cuando aparecen estas relaciones lo hacen tratando algún aspecto que puede proporcionar una visión negativa de la ciencia.

4) En un 86.4 % de los libros no hemos encontrado el tratamiento de la historia de la ciencia integrada en la descripción del concepto que está trabajando.

El estudio de estas cuestiones **valida la subhipótesis 1.2**. Donde se mencionaba que *no se tienen en cuenta algunos aspectos de las ciencias que, según la investigación en didáctica de las ciencias, podrían contribuir a una imagen mas positiva, como prácticas de laboratorio, historia de la ciencia, etc.*

Las preguntas de T10 a T14 están relacionadas con las subhipótesis 1.3, 1.4 y 1.5, sobre la presentación de los valores, finalidades, las contribuciones de la ciencia a la sociedad, etc.

| Resultados obtenidos para las cuestiones T10 a T14 | |
|---|-----------------|
| | NO (%) |
| 10 Aparece las finalidades de las ciencias | 95,5 |
| 11 Aparecen los valores de las ciencias | 95,5 |
| 12 Aparece la contribución de la ciencia a necesidades humanas | 81,8 |
| 13 Presenta la participación de científicos y técnicos en temas de armamento | 95,5 |
| 14 Presenta investigaciones científicas sobre contaminación , agotamiento de recursos | 81,8 |

Estos son los resultados más espectaculares, ya que en más de un 95 de los libros tratados no aparecen ni de manera implícita ni explícita los valores y finalidades de la ciencia. Y, en un 82 % no aparece ninguna contribución positiva de la ciencia en el avance de la sociedad, si aparece alguna contribución de la ciencia esta asociada a una visión negativa de la ciencia, es decir, a contaminación ,a armas nucleares, etc.

Según el criterio de valoración que hemos especificado quedan totalmente validadas las subhipótesis 1.3, 1.4 y 1.5, relacionadas con la ausencia del tratamiento en el aula de valores, finalidades y contribuciones de la ciencia a la sociedad, temas que altamente está demostrado que aumentarían el interés de los alumnos hacia la asignatura de Física y Química.

La cuestión T15 está relacionada con la cuestión de género, es decir con la subhipótesis 3. Confirmaremos nuestra hipótesis si en más de un 70 % de los casos no aparecen las contribuciones de las científicas a la ciencia y a su construcción.

| <u>Resultados a la cuestión T15 de la red de análisis de texto.</u> | |
|---|-----------------|
| | No (%) |
| Aparece la contribución de las Científicas en la construcción de la ciencia | 95,5 |

Los resultados obtenidos después de la búsqueda de la cuestión de género de la ciencia hemos obtenido unos resultante abrumadores, el 95,5 % de los libros de

texto no presenten ninguna contribución a la ciencia de las científicas. Sólo en algunos casos aparece Marie Curie, pero nunca como parte integrada en el texto de los conceptos introducidos, sino como un anexo, una fotografía o un pie de página en el que únicamente se trabaja la biografía de Marie Curie.

De forma que con estos resultados, y atendiendo al criterio establecido, queda totalmente confirmada **la subhipótesis 3** que hacía referencia al desconocimiento de las contribuciones de las científicas a la construcción de la ciencia.

4.4. Presentación del análisis de los resultados obtenidos con los cuestionarios de los profesores

4.4.1. Resultados obtenidos del primer cuestionario

Ante la pregunta de la falta de interés de los alumnos y que ellos propusieran sus ideas, el resultado que obtuvimos fue el siguiente:

La primera pregunta del cuestionario pedía a los profesores en activo y formación que señalaran cosas que les interesaron cuando eran estudiante de ciencias y, a pesar de esta pregunta, han contestado lo que a ellos les hubiera gustado trabajar en el aula. En la segunda pregunta se pedía qué cosas creen que podría interesar trabajar a los alumnos. Encontramos que no existen diferencias significativas entre las actividades y / o temas que les hubiera gustado tratar y las que ellos creen que podrían interesa a los alumnos. Por esto, se han unificado la presentación de resultados de la pregunta 1 y 2 en una única tabla de datos. Pero esto deja sin responder la cuestión de por qué han interpretado la cuestión 1 de esa forma; quizá por la proximidad con la 2, que puede hacer prevalecer el presente sobre los recuerdos del pasado. Esto se podría comprobar separando ambos ítems.

Los resultados obtenidos sobre los temas o actividades que les gustaría trabajar en el aula, a ellos como alumnos y a sus futuros alumnos son:

| Resultados obtenidos sobre temas o actividades a trabajar en el aula | |
|---|-------------------|
| | Porcentaje |
| Prácticas de laboratorio | 91.1 |

| | |
|--------------------------|------|
| Historia de la ciencia | 66.7 |
| Visita a museos | 12 |
| Biografía de científicos | 23.2 |
| Medio ambiente | 23.2 |
| CTSA | 3.2 |

Una vez más vemos que los resultados obtenidos sobre actividades que aumentaría el interés en los estudiantes de ciencias, con un amplio porcentaje con respecto a las demás actividades, corresponde al trabajo práctico en el laboratorio.

Seguido del trabajo práctico otro de los temas que más gustaría trabajar en el aula corresponde a la historia de la ciencia con un porcentaje de 66,7%, tema que se puede unificar con el trabajo de las biografías de los científicos. Con un porcentaje menor que también hace referencia al trabajo de aspectos CTSA (como por ejemplo, aplicaciones técnicas, medio ambiente, etc.) que se relaciona con las subhipótesis 1.2 que hace referencia a la ausencia de aspectos demostrados por la didáctica de las ciencias que ayudarían en el interés de los alumnos y en su proceso de educación.

Con un porcentaje menor se hace referencia a trabajar en el aula temas relacionados con el medio ambiente, pero únicamente nombran trabajar aquellos temas referentes a la contaminación, que como ya sabemos está íntimamente relacionado con la visión de la ciencia asociado a las repercusiones negativas de la ciencia.

Esto confirma la subhipótesis 1.2 que hace referencia a la ausencia de aspectos demostrados por la didáctica de las ciencias que ayudarían en el interés de los alumnos y en su proceso de educación.

La pregunta número 3 del cuestionario les preguntaba cuáles son las causas del desinterés hacia el estudio de Física y Química, los resultados obtenidos son:

| Resultados obtenidos: Causas del desinterés | |
|--|------------|
| | (%) |
| Mayor dificultad | 75 |
| Compañeros | 4.2 |
| Aparato matemático | 31,3 |

| | |
|--|------|
| Profesorado (mala formación y sin motivación) | 18,8 |
| No se trabajan en el aula aspectos CTSA | 37,5 |
| Elitismo | 10,4 |
| Sin perspectivas de futuro | 45,8 |

Podemos decir que:

1. La razón más veces repetida en el análisis de los cuestionarios con un 75 % se refiere a que la dificultad del área es mayor que las de las otras áreas de la enseñanza secundaria obligatoria.

2. Tiene un excesivo formalismo matemático que asusta a los alumnos, esta razón es alegada por un 31,3 % de los docentes.

3. En un 18,8 % se hace referencia al profesorado encargado de impartir la asignatura y alegan que tienen una mala formación y una deficiente forma de presentar la asignatura a los alumnos, además de su falta de motivación.

4. Curiosamente en un 37,5 % de los encuestados cree que esta situación cambiaría si en las aulas se trabajaran aspectos de CTSA.

5. Un 10,4 % de los encuestados cree que las ciencias sólo deben ser estudiadas por un tipo de alumnos, es decir, existe un elitismo en el estudio de las ciencias.

6. Otra de las razones más nombradas corresponde a que los alumnos tienen la visión de que es un área con poca salida profesional.

7. Uno de los motivos alegados por los docentes es que la elección de los alumnos viene determinada por la opinión desfavorable de sus compañeros de curso. Esta causa es nombrada por el profesorado encuestado en un 4,2 %

Las conclusiones extraídas de este primer cuestionario sobre las opiniones de los docentes sobre la causa o las causas de la desmotivación o desinterés por los alumnos en el estudio de las ciencias se pueden resumir en cuatro grandes causas, apoyadas por su mayor porcentaje de respuesta.

La primera de las causas, por orden de importancia otorgada, es la mayor dificultad. Las tres cuartas partes del profesorado cree que la asignatura es una de las más complicadas, por lo tanto esta visión del profesorado muy probablemente será, consciente o inconscientemente, transmitida a los alumnos, con lo que, aumentaremos su miedo a fracasar en la asignatura y en una actitud un poco reticente en su estudio.

Con lo que estos resultados apoyan la **subhipótesis 1.1.**, en la que afirmábamos que *la enseñanza de la Física y Química se centra en los aspectos cuantitativos, operativos, que exceden al conocimiento matemático de los alumnos.*

La segunda de las causas alegadas es la creencia que las asignaturas de ciencias no tienen futuro, es decir, salida profesional, esta opinión está apoyada por un 46 %, es decir, casi la mitad de los profesores transmitirán a sus alumnos una visión de que la ciencia no tiene futuro, y, si la ciencia no tiene futuro, ¿Qué interés van a tener los alumnos en su estudio? Afianzando de este modo una visión negativa de la Física y la Química, lo que está relacionado con la subhipótesis 3.

La tercera causa alegada hace referencia a los contenidos trabajados en el aula, en un 38% de los casos creen que si se trabajaran contenidos CTSA el interés de los alumnos aumentaría, así como lo habría echo el suyo propio en su etapa de estudiante.

Es curioso que se nombren estos temas como factores que fomentarían el interés en la asignatura, cuando éstos temas estén ausentes en las aulas y en los libros de texto, ¿por qué si son factores que aumentarían el interés en los alumnos y que a ellos mismos les hubiera gustado trabajar en su etapa de escolarización, no se trabajan en el aula? Esto se relaciona con las subhipótesis 1.2, 1.3 y 1.4, que respectivamente, hacen referencia a *la omisión de aportaciones de la didáctica de las ciencias* en el proceso de aprendizaje, a que *no se trabajan las finalidades y los valores* que aporta el aprendizaje de las ciencias y, por último a que *no se trabajan las contribuciones de la ciencia a la sociedad.*

La cuarta causa alegada es el excesivo formalismo matemático que cree que va a aumentar el miedo y rechazo de los alumnos hacia la asignatura. Si esto fomenta el desinterés, ¿por qué casi toda la programación y el trabajo de los docentes se basan en el formalismo matemático, dedicando la mayor parte de su tiempo en éste? Estos resultados van a ayudar a validar la **subhipótesis 1.1**, en la que postulábamos que *la enseñanza de se centra en los aspectos cuantitativos y operativos.*

4.4.2. Resultados obtenidos del segundo cuestionario

A la pregunta número 1 del cuestionario 2 (P2) sobre cuáles son las finalidades de la ciencia, los resultados obtenidos son:

| Resultados obtenidos sobre Finalidades de la ciencia | |
|--|------|
| | % |
| Formar para las futuras carreras de ciencias | 33,3 |
| Razonamiento | 27 |
| Aplicar conocimientos | 20,3 |
| Explicar relación entre fenómenos naturales y la ciencia | 60,8 |
| Analfabetismo científico | 16 |
| Otros | 9.4 |
| Método científico | 10,8 |
| Espíritu crítico | 10,8 |
| Aprender las leyes de la ciencia | 23 |
| Ver la visión de la ciencia a lo largo de la historia | 1,4 |

Dentro del ítem *otros* se engloban respuestas como: Contestar a la pregunta ¿qué es la ciencia? , fomentar la curiosidad, capacidad de síntesis, que se han incluido aquí por tener porcentajes del 2 al 4 %.

Los resultados más importantes que podemos extraer de este análisis y que van a validar nuestra hipótesis son.

El porcentaje de profesores que creen que es importante el estudio de la ciencia como una parte fundamental de la formación de una persona es sensiblemente menor, a aquellos que creen que la ciencia se debe presentar únicamente a aquellos ciudadanos cuyo futuro profesional vaya a estar centrado en la ciencia, es decir, existe un mayor número de profesores que cree que la ciencia debe tener como finalidad la preparación de futuros científicos: Por lo tanto, ¿cómo vamos a conseguir una alfabetización científica de la sociedad, si los encargados de presentar la ciencia creen que sólo deben aprender y comprenderla aquellos que vayan a estar relacionados con ella?

Con estos resultados damos como válida la **subhipótesis 2.1**, en la que postulábamos que existía un gran número de profesores que no consideran importante el trabajo de estos contenidos en el aula, y que promulgan una educación propedéutica únicamente, otro grupo (minoritario) que si realiza la implantación de

estos aspectos en la vida diaria del aula, y otro grupo que no se decanta ni por un grupo ni por otro.

Otra conclusión importante es que únicamente un 1'4 % de los encuestados cree que una de las finalidades de la ciencia es presentar al alumnado una visión histórica de la ciencia .Esto es contradictorio con los resultados del primer cuestionario en el que los profesores admiten que haber trabajado aspectos CTSA en su periodo de escolarización, así como hacerlo con sus alumnos, fomentaría su interés por el estudio de las ciencias.

A la pregunta número 2 del cuestionario 2 (P2) sobre cuáles son los valores de la ciencia, los resultados obtenidos son:

| Resultados obtenidos sobre Valores de la ciencia | |
|---|----------|
| | % |
| Objetividad | 26,9 |
| Exactitud | 3,8 |
| Curiosidad | 26,9 |
| Método | 23 |
| Rigor | 3,8 |
| Organización | 7,7 |
| Responsabilidad | 26,9 |
| Constancia | 11,5 |
| Orden | 3,8 |
| Respeto al Medio ambiente | 26,9 |
| Tolerancia | 3,8 |
| Educación para la paz | 3,8 |
| Igualdad de sexos | 3,8 |
| Justicia | 3,8 |
| Razonar | 15,4 |

Es importante recordar que la suma de los porcentajes en este tipo de estudios es superior a 100 % ya que, al ser preguntas de carácter abierto, los encuestados, en muchas ocasiones, contestan a más de una de las opciones que aparecen.

De estos resultados podemos obtener dos conclusiones claras.

La primera de las conclusiones es que no se tiene muy claro cuáles son los valores de la ciencia, ya que ninguno de ellos es nombrado por un alto porcentaje (los porcentajes siempre son menores al 27%). Es decir, tanto el profesorado en activo como el profesorado en formación no conocen cuáles son **los valores de la ciencia** igual de bien que los contenidos, ya que si preguntásemos cuáles son las fórmulas más utilizadas estos porcentajes seguramente no bajarían del 90 %.

La segunda de estas conclusiones es que los valores más nombrados por los profesores hacen referencia a la capacidad de razonamiento, la constancia, la responsabilidad, adquisición de método, curiosidad y objetividad, valores tradicionalmente atribuidos a la ciencia, junto con exactitud, precisión, es decir, valores puramente epistémicos. En cambio, los valores de justicia, tolerancia, educación para la paz, para el cuidado del medioambiente, etc. tiene porcentajes sensiblemente inferiores a los anteriores con una diferencia de más o menos el 20 %. Por lo tanto, la mayoría de los profesores que proponían una enseñanza en el que se trabajaran el tema de actitudes en el aula, que se trabajaran temas de las contribuciones de la ciencia, de historia de la ciencia etc., a la hora de nombrar valores asociados a estos temas, y que obviamente forman parte de la ciencia y deberían estar presentes en la educación, no se acuerdan de nombrarlos, por lo tanto no los van a atrabajar.

Con estos resultados podemos afirmar que **las subhipótesis 1.2, 1.3, 1.4, 2.1 y 2.2** quedan confirmadas. Estas subhipótesis afirman, respectivamente, las siguientes afirmaciones: *No se tienen en cuenta algunos aspectos de las ciencias que, según la investigación en didáctica de las ciencias, la enseñanza no muestra las finalidades y valores de la ciencia o que se limita a los puramente cognoscitivos, tampoco muestra como la ciencia puede contribuir a resolver problemas y necesidades humanas.*

4.4.3. Resultados obtenidos del tercer cuestionario

Ante la primera pregunta realizada en este cuestionario a los profesores en activo sobre ¿Qué es la ciencia? Los resultados obtenidos fueron:

| Resultados de la pregunta ¿Qué es la ciencia? | |
|--|------|
| | % |
| Estudio de la naturaleza | 78,7 |
| Método científico | 19,1 |
| Nombran Física, Química, Biología, Matemáticas, etc. | 12,8 |
| Búsqueda de leyes | 19,1 |
| Otros | 2,1 |
| Predicción de conocimientos | 12,5 |

El 78, 7 % consideran a la ciencia el campo del conocimiento encargado del estudio de la naturaleza. Los encuestados que respondieron a esta pregunta no contestaban nada más. Las siguientes repuestas tienen un porcentaje menor que el correspondiente al estudio de la naturaleza y todas corresponden a aspectos cognitivos o metodológicos.

Esta pregunta ha obtenido pocos resultados diferentes, si se la compara con las de valores y finalidades, en las que obteníamos casi 10 o 12 respuestas diferentes. En este caso hay sólo 6 contestaciones diferentes y casi todas relacionadas con el mismo tema: la ciencia identificada con los conocimientos o los métodos, olvidando sus autores, los lugares donde se hace, sus relaciones con la tecnología o la sociedad, etc., es decir, la ciencia es conocimiento de la naturaleza sólo. Estos resultados **confirman la subhipótesis 2.2** relacionada con la deficiencia en la formación de los profesores.

Cuando preguntamos sobre las actividades y los temas que creen que a sus alumnos les fomentaría el estudio por la asignatura un alto porcentaje de ellos nombraba el tratamiento en el aula de aspectos CTSA, por lo que les planteamos la pregunta de por qué creen que no se trabajan estos aspectos en el aula y los resultados obtenidos son:

| Causas para la ausencia de CTSA | |
|---------------------------------|------|
| | % |
| Desconocimiento del profesorado | 30,4 |

| | |
|------------------------------------|------|
| Falta de tiempo en el currículo | 43,5 |
| No existe conexión con la sociedad | 34,8 |
| Visión conservadora | 4,3 |
| Elitismo | 8,7 |
| Dogmatismo | 4,3 |
| Tradicición | 52,2 |
| Ausencia de medios | 21,7 |
| Mayor comodidad si no se introduce | 21,7 |

Los motivos alegados se pueden resumir en tres grandes bloques. El primero de los bloques asociados al docente, el segundo al sistema educativo y el tercero de ellos a la visión negativa de la sociedad y la ciencia. Estos tres grandes bloques encontrados corroboran completamente nuestra hipótesis.

Por un lado, en el caso del profesorado en un porcentaje de 30 % se alega que éste desconoce estos temas ya que no forman parte de su formación, por lo que queda **validada la subhipótesis 2.2**. Por otro lado, el 52 % se hace referencia a la tradición educativa en la forma de enseñanza de la ciencia. En efecto, por tradición estos temas no se trabajan. Esto también lo enunciábamos en nuestra hipótesis cuando decíamos que existía una parte del profesorado reticente a la introducción de estos temas en el aula. Además de la reticencia, otra de las causas enunciadas es la mayor comodidad por parte del profesorado ya que, al no estar presente en su formación, la introducción de estos temas les resulta más complicada que realizar una enseñanza tradicional. Con ello **queda validada la subhipótesis 2.1**.

Otro de los bloques, al igual que proponíamos en nuestra hipótesis corresponde al sistema educativo y muchos de ellos hacen referencia al excesivo contenido del currículo de Física y Química y al poco tiempo que se le asigna para dar las clases, así como la falta de recursos económicos.

Y por último, la visión negativa de la sociedad sobre la ciencia que es que no existe conexión entre la ciencia y la sociedad, alegado casi por un 35 % de los profesores. Cómo no van a pensar nuestros alumnos que existe una desconexión entre la ciencia y la sociedad si el 35 % de los profesores encargados de su educación científica lo piensan. Es otro de los factores que hace que la **subhipótesis 4 quede demostrada**, en la subhipótesis 4 postulábamos la existencia de una *visión negativa de la ciencia por parte de la sociedad*.

4.5.-Imagen pública de la ciencia

Para comprobar la imagen de la ciencia por la sociedad hemos realizado una pequeña revisión de trabajos de autores con preocupación por las ciencias y su situación.

Esta revisión bibliográfica será ampliada en trabajos ulteriores, pero los resultados obtenidos son:

ZIMAN, J. (1981). *La credibilidad de la ciencia*. Madrid: Alianza.

Los ataques que se hacen a la ciencia proceden de muchos frentes, pero no están bien coordinados... El conservador teme que la ciencia destruya el único mundo que conoce; el progresista imagina que envenenará el paraíso que ha de venir; el demócrata es precavido ante las capacidades tiránicas de la técnica; el aristócrata teme la tendencia igualadora de la máquina.

Observamos que algunos productos de la tecnología científica han sido perjudiciales al bienestar humano. En estos casos se puede echar la culpa a factores externos al reino de la ciencia: demasiada innovación apresurada, subordinación a causas indignas, distorsión de las necesidades sociales o desplazamiento de los fines auténticamente humanos. Pero ha surgido el sentimiento de que el factor funesto es el propio conocimiento; se caracteriza a la ciencia como una fuerza antihumana, materialista, un monstruo de Frankenstein fuera de control.

CHALMERS, A. (1992). *La ciencia y cómo se elabora*. Madrid: Siglo XXI

En la era moderna se siente un gran aprecio hacia la ciencia". Esta era la primera frase del libro del que éste es una secuela. Quince años de enseñanza... han hecho que me de cuenta de hasta que punto es necesario modificar esta afirmación. Usualmente se considera que la ciencia deshumaniza, que trata inadecuadamente como objetos a personas y sociedades, así como a la naturaleza. El hombre percibe la pretendida neutralidad y ausencia de valores de la ciencia como un engaño, percepción estimulada por los desacuerdos existentes entre expertos opuestos en disputas sobre cuestiones de hechos

científicos, con dimensiones políticas. Por lo general se considera que la ciencia está implicada en la destrucción y amenaza de eliminación de nuestro entorno como resultado de los avances tecnológicos.

Problemas tales como el impacto de la ciencia en el medio ambiente, el potencial de la ingeniería genética, el creciente abismo de las sociedades tecnológicamente avanzadas y las tecnológicamente subdesarrolladas y el efecto que los computadores tienen en nuestras vidas...

Resulta un problema más acuciante la utilización más equitativa socialmente del conocimiento científico... No se puede cuestionar que una de las principales fuerzas directrices subyacentes a la dirección del desarrollo de la ciencia occidental procede de los intereses militares y económicos de los departamentos gubernamentales y de los intereses conexos de las corporaciones multinacionales.

WOLPERT, L. (1992). *La naturaleza no natural de la ciencia*. Madrid: Acento Editorial.

Los comportamientos actuales hacia la Ciencia indican al mismo tiempo ambivalencia y polarización. Las encuestas confirman que existe mucho interés hacia la ciencia, unidos a la creencia poco realista de que es capaz de solucionar todos los problemas; pero, en el caso de algunas personas, existen también un temor y una hostilidad profundamente arraigados que van unidos a ciertas tendencias críticas. La ciencia se percibe como materialista y destructora de cualquier sentido de conciencia o propósito espiritual; se la considera responsable de la amenaza de una guerra nuclear y del desencanto generalizado ante la sociedad industrial moderna, que contamina y deshumaniza. A quienes practican la ciencia se los ve como técnicos fríos, anónimos e insensibles. El temor a la Ingeniería genética y la manipulación de los embriones alcanza grandes dimensiones... La imagen de los propios científicos sigue siendo tan estereotipada e inexacta como siempre: cuando no se los presenta como dementes, siguiendo el tópico del "científico loco", aparecen con bata blanca y gafas manipulando una probeta. Los medios de comunicación de masas suelen presentar a los científicos como individuos completamente anónimos y sin carácter, y apenas dan una idea de cómo trabaja.

Hace treinta años, C. P. Snow, sugirió que existían dos culturas: una relacionada con la ciencia y otra con las artes y las humanidades. Se le criticó por su uso del término cultura. Algunas personas llegan a defender que la ciencia no forma en

absoluto parte de la cultura, siguiendo las afirmaciones de Nietzsche según las cuales, con su reduccionismo y materialismo, la ciencia ha despojado al ser humano de su estatus especial. Algunos parecen creer que sólo una idea de cultura que excluya a la ciencia podrá devolver al hombre su dignidad perdida.

Parte de la hostilidad mostrada hacia la ciencia podría explicarse a través de... la dificultad que tienen los no científicos para comprender la ciencia.

DUNBAR, R. (1999), *El miedo a la ciencia*. Madrid: Alianza.

No es, pues, sorprendente que hayamos visto el imparable progreso de la ciencia con una ambivalencia no exenta de un sentimiento creciente de alienación, de no tener ya más el control de nuestros destinos.

Más inquietantes aún son las pruebas de que la gente, en particular los que están en la edad de asistir a la enseñanza secundaria, está perdiendo el interés por la ciencia.

En el Reino Unido el número de estudiantes de 16 años que eligen Química en los exámenes finales de educación secundaria... se ha desplomado en un asombroso 70 %.

Parece que muchos de los componentes de las generaciones más jóvenes pierden el interés por las ciencias en algún momento de sus estudios de secundaria, ya sea porque los encuentran muy difíciles o porque les parecen demasiado aburridos.

La ciencia hace posibles las nuevas tecnologías; por lo tanto, los científicos son, en última instancia, responsables de todos los males que se deriven. Así, cuando la utilización de los recipientes de aerosol daña la capa de ozono, exponiéndonos con ello a riesgo creciente de contraer cáncer de piel y a un calentamiento general del planeta, o cuando un petrolero envejecido encalla y derrama miles de litros de petróleo crudo en el mar, es la ciencia a la que se acusa, porque la ciencia ha producido la tecnología que ha hecho esas cosas posibles.

HOLTON, G. (1998). *Einstein, historia y otras pasiones. La rebelión contra la ciencia en el final del siglo XX*. Madrid: Taurus.

El liderazgo mundial en ciencia y en tecnología no se ha traducido en un

liderazgo en salud infantil, esperanza de vida, tasas de educación, igualdad de oportunidades, productividad de trabajadores o eficiencia en el consumo de recursos. Ni tampoco ha evitado el fracaso de los sistemas educativos, la decadencia de las ciudades, la degradación ambiental, la falta de acceso a la asistencia sanitaria...

La investigación científica se describe como una actividad desagradable y sin alma, meramente “lógica”, “lineal”, “jerárquica”, y desprovista de toda pasión humana.

Casi el 40 % de los hombres y mujeres que habían asistido a la universidad en EEUU confesaban que no habían seguido un solo curso de ciencias físicas o biológicas. Análogamente... los periódicos dedican menos del 5 % de su espacio (no publicitario) a presentaciones reales de la ciencia, la tecnología y la medicina; y la TV dedica aún menos.

La separación entre el trabajo del científico y del intelectual ajeno a la ciencia por el otro está aumentando, y la aceptación genuina de la ciencia como una parte válida de la cultura se está haciendo menos probable.

Las imágenes públicas de la ciencia están principalmente basadas en una o más posiciones generales:

- Casi todos los avances científicos importantes han sido interpretados –ya sea triunfalmente o con aprensión- como un golpe contra la religión.
- El estereotipo actual del científico malvado es el investigador psicopático de la ciencia ficción, o el destructor nuclear –inmoral si desarrolla las armas que pide el gobierno, casi traidor si rechaza esa petición.
- El hombre, como el aprendiz de brujo, no puede entender esta herramienta (la ciencia) ni controlarla. Inevitablemente el mismo se llevará a la catástrofe, en parte por su depravación natural y en parte por su codicia por el poder.
- La mayoría de los no científicos... sólo saben dos cosas acerca de las concepciones básicas de la ciencia moderna: que no las entienden, y que ahora están tan alejados de ellas que quizá nunca encuentren su significado.

LÓPEZ, C. (1995). *El ogro rehabilitado*. Madrid: Aguilar.

¿Es la ciencia un ogro que necesita de rehabilitación tras un prolongado período de incompreensión, incluso de animadversión? Sin dramatizar, algo de cierto me parece que hay en esa imagen. Gran parte del público sigue percibiendo la ciencia como algo ajeno, inasequible o peligroso; algo en lo que se desconfía

oscuramente. Y en todo caso, la ciencia no forma parte de la cultura, del saber que se supone debe poseer cualquier persona instruida.

WEINBERG, S. (1994). *El sueño de una teoría final*. Barcelona: Crítica.

Están horrorizados por lo que ellos sienten que es la frialdad de la ciencia moderna. En la medida en que ellos y su mundo pueden ser reducidos a una cuestión de partículas o campos y sus interacciones, ellos se sienten disminuidos por dichos conocimiento. El hombre del subsuelo de Dostoyevski imagina un científico diciéndole: “la naturaleza no te consulta; le traen sin cuidado tus deseos o que te gusten o no sus leyes. Tu debes aceptarla como es...”, y él responde: “qué interés puedo tener en las leyes de la naturaleza y la aritmética si por una razón u otra no me gustan dichas leyes.”

“Nuestras teoría son muy esotéricas; necesariamente lo son porque estamos obligados a desarrollar estas teorías utilizando un lenguaje, el lenguaje de la matemática, que no se ha convertido en parte de la cultura general del público educado.”

En Asia y África las fuerzas oscuras del fanatismo religioso están reuniendo fuerza, y la razón y la tolerancia no están a salvo ni siquiera en los estados laicos de Occidente... fue la expansión del espíritu de la ciencia en los siglos XVII y XVIII la que finalmente terminó con la quema de brujas en Europa.

HORGAN, J. (1998). *El fin de la ciencia*. Barcelona: Paidós.

La guerra fría, que supuso un gran tirón para la investigación básica en Estados Unidos y la URSS, ya pasó a mejor vida... Por su parte, la sociedad también se muestra ahora más sensible a las consecuencias adversas de la ciencia y la tecnología, como es el caso de la contaminación en general y, más en particular, la contaminación nuclear y las armas de destrucción masiva.

Los propios dirigentes políticos, que tradicionalmente han sido defensores a ultranza del progreso científico, han empezado a expresar cierto recelo hacia la ciencia. Havel expresaba la esperanza de que la disolución del estado comunista trajera como consecuencia “el final de la era moderna” que había estado “dominada por la creencia fundamental de que el mundo es un sistema

plenamente cognoscible gobernado por un número finito de leyes universales que el hombre puede aprehender y dirigir racionalmente para su propio beneficio”.

CAPRA, F. (1998). *La trama de la vida*. Barcelona: Anagrama.

Mucho de lo que los científicos están haciendo no es constructivo ni respetuoso con la vida, sino todo lo contrario. Con físicos diseñando sistemas de armas capaces de borrar la vida de la faz de la tierra, con químicos contaminando el planeta, con biólogos soltando nuevos y desconocidos microorganismos sin conocer sus consecuencias, con psicólogos y otros científicos torturando animales en nombre del progreso científico, con todo ello en marcha, la introducción de unos estándares “ecoéticos” en el mundo científico parece de la máxima urgencia.

CHOMAZ, P. (2002). *Arbres en les estrelles*. Alzira: Bromera.

Per què no podem gaudir d'un descobriment científic de la mateixa manera que gaudim d'una novel·la?

VELASCO, J. (2000). *La textura del món*. Alzira: Bromera.

la millora de la qualitat de vida no és una conseqüència immediata de desenvolupament científic i tecnològic. També s'hi ha de produir una transferència eficaç al sector productiu i una comercialització adequada dels productes. L'antiga Unió soviètica, per exemple, disposava d'un excel·lent nivell en el camp de la investigació fonamental en física, matemàtiques i enginyeria, però les seues aplicacions es concentraven en l'augment del poder militar, sense que la societat, en general, se'n beneficiara, ni els ciutadans notaren una millora substancial de les seues condicions de vida.

FERNÁNDEZ-RAÑADA, A. (1995). Los muchos rostros de la ciencia. Oviedo: Nobel.

La tónica brecha entre la ciencia y las demás actividades que denunció Show sigue activa, ancha y profunda.

Los grandes problemas de la humanidad nos asaltan cada día desde las páginas de los periódicos... Pero basta un examen muy rápido para comprender que la ciencia está hondamente implicada en muchos de ellos. A veces porque se deben al uso perverso de la tecnología –como las armas nucleares o químicas o el control informático de la intimidad- o simplemente a su aplicación alocada – como la contaminación-.

Capítulo 5: Conclusiones y perspectivas

En el inicio del trabajo planteamos la hipótesis principal en la que afirmábamos:

Nuestra primera hipótesis es que sí existe una imagen negativa y un desinterés y que se trata de un fenómeno complejo, multicausal: de organización escolar, de género, de imagen pública de la ciencia, de enseñanza de la misma.

La enseñanza de la Física y Química no lo tiene en cuenta y se centra en los aspectos cuantitativos, operativos e ignora algunos aspectos de las ciencias que, según la investigación en didáctica de las ciencias, podrían contribuir a incrementar dicho interés como un tratamiento más cualitativo, experimental, más contextualizada, que muestre sus contribuciones para resolver problemas y necesidades humanas.

Diseñamos una serie de instrumentos para validar la hipótesis y cada una de sus subhipótesis de forma que los resultados han sido completamente favorables.

Los libros de texto proponen una enseñanza propedéutica, elitista y centrada únicamente en aquellos aspectos puramente cognoscitivos, en la que se ignoran los avances de la Didáctica de las ciencias.

En concreto, la red de análisis de texto pone de manifiesto (en porcentajes comprendidos entre el 72.7% y el 81.8 %) una ciencia con elevado formalismo matemático y de elevada dificultad, que supera los contenidos matemáticos del alumno, por encima incluso de los que marca la legislación educativa. Por otra parte, aspectos que la didáctica de las ciencias ha puesto de manifiesto que pueden contribuir a mejorar las actitudes de los estudiantes, como las relaciones CTSA, la historia de la ciencia, sus valores y finalidades, etc. se encuentran prácticamente ausentes (en %). Por último, se ignora el papel jugado por las mujeres en el desarrollo de la ciencia.

Coherentemente con estos resultados en los cuestionarios de profesores al preguntarles que actividades o temas les interesaron cuando estudiaban y/o que fomentarían el interés por el estudio en sus alumnos, respondían que los trabajos prácticos, la historia de la ciencia, los temas de medio ambiente, etc. En un segundo y tercer cuestionario les preguntábamos sobre estas actividades y su implantación en el aula, y con sorpresa descubrimos que ellos mismos no trabajaban estos aspectos o

no pensaban hacerlo, por falta de tiempo, por no considerarlos dentro del currículo, etc.

Otro aspecto que también ha quedado ampliamente demostrado en los cuestionarios es que muy pocos profesores contestaban a las preguntas de finalidades y valores y que éstos eran incapaces de nombrar valores o finalidades de la ciencia que no fueran puramente cognoscitivos.

En cuanto a los alumnos, se constata una valoración negativa de la Física y Química, una idea de asignatura excesivamente difícil y aburrida, alejada de su vida cotidiana, con pocas posibilidades de éxito y sin futuro profesional. Esta visión de la Física y Química, unido a unas clases en las que no se trabajan los aspectos que les motivarían, en la que se trabajan aspectos puramente cognoscitivos, provoca que no valoren de manera positiva a la ciencia, y obviamente no sea su futura elección.

Esta visión tan negativa de la Física y la Química se manifiesta en que el 47 % de los alumnos de 3º de ESO consideren el área como la segunda peor valorada, sólo siendo ligeramente superada por el área de Matemáticas. Que un 70'8 % de los alumnos la consideren difícil y aburrida, etc.

Las actividades que aumentarían su interés son las mismas que la Didáctica de las ciencias y sus líneas de investigación demuestran: mayor trabajo en el laboratorio, trabajos de CTSA, conocer la historia de la ciencia, etc. Estas actividades o temas que a ellos les gustaría trabajar y que coinciden con los que la Didáctica propone están valorados por porcentajes mayores de 70%.

Por otra parte, los alumnos tienen una visión de la ciencia que desconoce: los valores que puede aportar (racionalidad, espíritu crítico, etc.), su contribución a resolver las necesidades humanas, su evolución histórica, los compromisos de muchos científicos en temas como el medio ambiente o el pacifismo (dar algún %). Esto provoca una desconexión de los alumnos con el verdadero carácter de la ciencia.

Dentro de esta visión de la ciencia también encontramos un claro desconocimiento de las científicas que ayudaron a la construcción de la ciencia (del que era responsable su educación, como se ha confirmado en el análisis de textos), por lo que se producirá una falta de identificación de las alumnas con la ciencia. Esto producirá, una disminución de las alumnas que cursen las asignaturas científicas, especialmente, la Física y las Matemáticas. En las entrevistas también aparece lo que algunos autores denominan visión del estereotipo, es decir, la admisión de una dificultad de trabajar la asignatura por un estereotipo fijado en la sociedad.

Bibliografía

AA.VV., 1995, La educación ciencia-tecnología-sociedad, Monográfico, *Alambique*, 3, 4-69.

AA.VV., 1997, Los libros de texto, Monográfico, *Alambique*, 11, 5-87.

AA.VV., 2002, Ciencias en la ESO y Contrarreforma, Monográfico, *Alambique*, 33, 5-97.

AA.VV., 2003, Las ciencias en el bachillerato, Monográfico, *Alambique*, 36, 5-111.

ABD-EL-KHALICK, F., BELL, R.L. Y LEDERMAN, N.G., 1998, "The nature of science and instructional practice: making the unnatural natural", *Science Education*, 417- 436.

ACEVEDO, J.A. 1996. Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. *Borrador*, 13, 26-30. En *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI, 2001*,

ACEVEDO, J.A. 2004. Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: Educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 3-16,

ACEVEDO, J.A. 2005 a, en prensa. Proyecto ROSE: relevancia de la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3),

ACEVEDO, J.A. 2005b, EN PRENSA. TIMSS Y PISA. Dos proyectos internacionales de evaluación del aprendizaje escolar en ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3), 282-301,

ACEVEDO, J.A., VÁZQUEZ, A. Y MANASSERO, M.A. 2002. El movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad y la enseñanza de las ciencias. En *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*, Traducción castellana del capítulo 1 del libro de Manassero, M.A., VÁZQUEZ, A. Y ACEVEDO, J.A. 2001. *Avaluació dels temes de ciència, tecnologia i societat*. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears.

ACEVEDO, J.A., VÁZQUEZ, A. Y MANASSERO, M.A. 2003. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(2), artículo 1,

ACEVEDO, J.A., ACEVEDO, P., MANASSERO, M.A., OLIVA, J.M., PAIXÃO, M.F. Y VÁZQUEZ, A. 2004. Naturaleza de la ciencia, didáctica de las ciencias, práctica docente y toma de decisiones tecnocientíficas. En I.P. Martins, F. Paixão y R.Vieira (Org.), *Perspectivas Ciência-Tecnologia-Sociedade na Inovação da Educação em Ciência* (pp. 23-30). Aveiro, Portugal: Universidade de Aveiro. En *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI, 2004*,

- ACEVEDO, J.A., VÁZQUEZ, A., MARTÍN, M., OLIVA, J.M., ACEVEDO, P., PAIXÃO, M.F. Y MANASSERO, M.A. 2005. Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), 121-140.
- AGUILAR, T., 1999, *Alfabetización científica y educación para la ciudadanía*, Madrid, Narcea
- AIKENHEAD, G.S., 1985. Collective decision making in the social context of science. *Science education*, 69 (4), p. 453-475.
- AIKENHEAD, G.S., 1994, “What is STS science teaching?”, en J. Solomon y G. Aikenhead (Eds.), *STS education: International perspectives on reform*, pp. 47-59. New York, *Teachers College Press*.
- AIKENHEAD, G.S. 2002, “STS Education: A Rose by Any Other Name”, en R. Cross (Ed.): *Crusader for Science Education: Celebrating and Critiquing the Vision of Peter J. Fensham*. New York, *Routledge Press*
- AIKENHEAD, G.S. 2003a. Review of Research on Humanistic Perspectives in Science Curricula. Paper presented at the 4th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA), *Research and the Quality of Science Education*. Noordwijkerhout, The Netherlands (august 19-23).
- AIKENHEAD, G.S. 2003b. STS Education: A Rose by Any Other Name. En R. Cross (Ed.), *A Vision for Science Education: Responding to the work of Peter J. Fensham* (pp. 59-75). New York: *Routledge Falmer*.
- AIKENHEAD, G.S. 2004. The Humanistic and Cultural Aspects of Science & Technology Education. En R.M. Janiuk y E. Samonek-Miciuk (Eds.), *Science and Technology Education for a Diverse World – dilemmas, needs and partnerships*. International Organization for Science and Technology Education (IOSTE) XIth Symposium Proceedings (pp. 21-22). Lublin, Poland: *Maria Curie-Skłodowska University Press*.
- ALEMANY, C. 1992. *Yo no he jugado nunca con un Electro-L*, Madrid: Instituto de la Mujer
- ANDERSON, R. D. y HELMS, I. V. 2001. The Ideal of Standards and the reality of Schools: Needed Research, *Journal of Research in Science Teaching*, 38(1), 3-16. A.S.E, 1986. S.A.T.I.S. *Science and technology in Society*.(ASE: Hatfield).
- BACHELARD, G, 1938. *La formation de l'esprit scientifique*.(Vrin Paris)
- BAIN, 2005. *El que fan els millors professors d'universitat* Universitat de València
- BRISCOE, C. 1991. The dynamic interactions among beliefs, role metaphors and teaching practices. A case study of teacher change, *Science Education*, 75(2), 185-199.
- BYBEE, R.W. (Ed.), 1985. *Science-technology-society*, NSTA Yearbook, Washnigton, DC, nacional Science Teachers Association.
- BYBEE, R.W. (1997A). Achieving scientific literacy: From purposes to practices. Portsmouth, NH: *Heinemann*.
- BYBEE, R.W. 1997b. The Sputnik Era: Why Is This Educational Reform Different from All Other Reforms? Paper prepared for the Symposium “*Reflecting on*

Sputnik: Linking the Past, Present, and Future of Educational Reform". Washington, DC.

CAAMAÑO, A; GÓMEZ CRESPO, M.A.; GUTIÉRREZ JULIÁN, M.S; LLOPIS, R. Y MARTÍN-DÍAZ, M.J., 2001. "El Proyecto Química Salters: un enfoque ciencia, tecnología, sociedad para la química del bachillerato", en *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia/Tecnología/Sociedad. Formación científica para la ciudadanía*, Madrid, Narcea.

CAPRA, F. 1998. *La trama de la vida*. Barcelona: Anagrama.

CLAIR, R. 1996, *La formación científica de las mujeres. ¿Porqué hay tan pocas científicas?* Madrid: Los Libros de la Catarata.

CLAXTON, G. 1991, Educating the enquiring mind, Traducción castellana en 1994, *Educación mentes curiosas. El reto de la ciencia en la escuela*. Madrid, Visor distribuciones.

COBERN, W.W. Y AIKENHEAD, G.S. 1998. Cultural aspects of learning science. En B.J. Fraser y K.G. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education* (pp. 39-52). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academia Publishers.

CRONIN-JONES, b.L. 1991. Science teaching beliefs and their influence on curriculum implementation: two case studies, *Journal of Research in Science Teaching*, 38(3), 235-250.

CROSS, R.T. 1999. The public understanding of science: implications for education. *International Journal of science education*, 21, 699-702.

CROSS, R.T. AND PRICE, R.F., 1999. "The social responsibility of science and public understanding of science", *International Journal of Science Education*, 21 (7), 775-785.

CUTCLIFFE, S. H., 1990. "Ciencia, Tecnología y Sociedad: un campo disciplinar", en Medina y Sanmartín (Eds.), *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública*, Universidad del País Vasco, Anthopos,

DEBOER, G.E. 1997. What We Have Learned and Where We Are Headed: Lessons from the Sputnik Era. Paper prepared for the Symposium "*Reflecting on Sputnik: Linking the Past, Present, and Future of Educational Reform*". Washington, DC.

DEBOER, G.E. 2000. Scientific literacy: another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 582-601.

DES (Department of Education and Science), 1977, *Currículo 11-16*, Londres, HMSO.

DÉSAUTELS,J., LAROCHELLE, M. Educación científica: el regreso del ciudadano y de la ciudadana. *Enseñanza de las ciencias*, 2003, 21 (1), p. 3-20 .

DONNELLY, J.F. 2004. Humanizing Science Education. *Science Education*, 88, 762-784.

DOW, P. 1997. Sputnik Revisited: Historical Perspectives on Science Reform. Paper prepared for the Symposium "*Reflecting on Sputnik: Linking the Past, Present, and Future of Educational Reform*". Washington, DC.

- DRIVER, R; GUESNE, E.; TIBERGHEN, A. 1985. *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Ediciones Morata
- DUNBAR, R. 1999. *El miedo a la ciencia*. Alianza, Madrid.
- DUSCHL, RA., 1990. Restructuring science education. The importance of theories and their development, Columbia University, Teachers College. Traducción castellano en 1997, *Renovar la enseñanza de las ciencias. Importancia de las teorías y su desarrollo*, Madrid: Narcea.
- FENSHAM, P.J. 1985. Science for all: A reflective essay. *Journal of Curriculum Studies*, 17, 415-435.
- FENSHAM, P.J. and HARLEN, W., 1999, "School science and public understanding of science", *Internacional Journal of Science Education*, 21 (7), 755-763.
- FENSHAM, P.J. 2000 a. *Issues for schooling in science*. En R.T. Cross y P.J. Fensham (Eds.), *Science and the citizen for educators and the public* (pp. 73- 77). Melbourne, Australia: Arena Publications.
- FENSHAM, P.J. 2000b. Providing suitable content in the "science for all" curriculum. En R. Millar, J. Leach y J. Osborne (Eds.), *Improving science education: The contribution of research* (pp. 147-164). Buckingham, UK: Open University Press.
- FENSHAM, P.J. 2002 a. De nouveaux guides pour l'alphabétisation scientifique. *Canadian Journal of Science, Mathematics, and Technology Education*, 2, 133-150.
- FENSHAM, P.J. 2002 b. Time to Change Drivers for Scientific Literacy. *Canadian Journal of Science, Mathematics, and Technology Education*, 2, 9-24.
- FENSHAM, P.J. 2004. Beyond Knowledge: Other Scientific Qualities as Outcomes for School Science Education. En R.M. Janiuk y E. Samonek-Miciuk (Ed.), *Science and Technology Education for a Diverse World – dilemmas, needs and partnerships*. International Organization for Science and Technology Education (IOSTE) XIth Symposium Proceedings (pp. 23-25). Lublin, Poland: Maria Curie-Sklodowska University Press.
- FERNÁNDEZ-RAÑADA, A. 1995. *Los muchos rostros de la ciencia*. Oviedo: Nobel.
- FINEGOLD, P. 2001. Engaging the humanities. *Past Sixteen Science Issues*, 33, 2-3.
- FOUREZ G. 1997. Scientific and Technological Literacy. *Social Studies of Science*, 27, 903-936.
- FOUREZ G. 1999, L'enseignement des sciences: en crise? *La Revue Nouvelle*, 110 (juillet- août), 96-99.
- FOUREZ, G. 2002. Les sciences dans l'enseignement secondaire. *Didaskalia*, 21, 107-122.
- FURIÓ, C., VILCHES, A., GUIASOLA, J. y ROMO, V., 2000, "Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica?", *Enseñanza de las ciencias*, 19 (3), 365-376.

- FURIÓ, C., VILCHES, A., GUIASOLA, J. Y ROMO, V. 2001. Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la Secundaria Obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza de las Ciencias*, 19, 365-376.
- GALLAGHER, J.J., 1971, A broader base for science education, *Science Education*, 329-338.
- GARCÍA MOLINER, F., 1995. La enseñanza media de las ciencias en España(1). Levante- El mercantil Valenciano, 17 de Octubre, p.4.
- GIL, D. Y CARRASCOSA, J. 1985. Science learning as a conceptual and methodological change. *European Journal of Science Education*, 7, 231-236.
- GIL, D., CARRASCOSA, J., FURIÓ, C. Y MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. 1991. *La enseñanza de las ciencias en la Educación Secundaria*. Barcelona: Horsori.
- GIL, D, FURIÓ, C; GAVIDIA V, 1998 El profesorado y la reforma educativa en España *Investigación en la Escuela*, nº36 (1998), páginas 49-64
- GIL, D. Y VILCHES, A. 2001. Una alfabetización científica para el siglo XXI. Obstáculos y propuestas de actuación. *Investigación en la Escuela*, 43, 27-37.
- GIL, D. Y VILCHES, A. 2004. La contribución de la ciencia a la cultura ciudadana. *Cultura y Educación*, 16, 259-272.
- GIL-PÉREZ, D., SIFREDO, C., VALDÉS, P. Y VILCHES, A. 2005. ¿Cuál es la importancia de la educación científica en la sociedad actual?. En D. Gil-Pérez, B. Macedo, J. Martínez-Torregrosa, C. Sifredo, P. Valdés y A. Vilches (Eds.), *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años (pp. 15-28)*. Santiago, Chile: OREALC/UNESCO.
- GIL-PÉREZ, D., FURIÓ, C. y GAVIDIA, V. 1998. El profesorado y la reforma educativa en España *Investigación en la Escuela*, 36, 49-64.
- HARDING, P., and HARE, W., 2000, "Portraing science accurately in classrooms: Emphasing openmidedness rather than relativism", *Journal of research in science teaching*, 37, 225-236.
- HARLEN, W. 1989. *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Ediciones Morata
- HARLEN, W. 2001. The assessment of scientific literacy in the OECD/PISA project. *Studies in Science Education*, 36, 79-104.
- HARLEN, W. 2002. Evaluar la alfabetización científica en el programa de la OECD para la evaluación internacional de estudiantes (PISA). *Enseñanza de las Ciencias*, 20, 209-216.
- HERNÁNDEZ, J., SOLBES, J. Y VILCHES, A. 2001. Reflexiones sobre el currículum de física y química en el Decreto de Humanidades. *Alambique*, 29, 95-102.
- HIERREZUELO, J. y MONTERO, A. 1989. *La ciencia de los alumnos: su utilización en la didáctica de la Física y Química*. Ed Laia MEC.
- HODSON, D. 1985. Philosophy of science , science and science education. *Studies in science education*, 12, p. 25-57.

- HODSON, D. Y REID, D.J. 1988. Science for all: motives, meanings and implications. *School Science Review*, 69, 653-661.
- HODSON, D. 1988. Towards a philosophically more valid science curriculum. *Science education*, 72 (1), p.19-40.
- HODSON, D.1990. A critical look at practical work in school science. *School Science Review*, 70 (256), p. 33-40.
- HODSON, D. 1994. Seeking directions for change. The personalisation and politisation of science education. *Curriculum studies*, 2 (1), p.71-98.
- HODSON, D 1998. *Teaching and learning science: Towards a personalized approach*. Philadelphia, PA: Open University Press.
- HOLTON, G. 1998. *Einstein, historia y otras pasiones. La rebelión contra la ciencia en el final del siglo XX*. Madrid: Taurus.
- HURD, P.D., 1975, "Science, technology and society: New goals for interdisciplinary science teaching", *The Science Teacher*, 42, 27-30.
- HURD, P.D., 1998, "Scientific literacy: New minds for a changing world", *Science Education*, 407- 416.
- JENKINS, E. W., 1994. HPS and school science education: remediation or reconstruction? *Internacional Journal of science education*, 16 (&), p. 613-623.
- JENKINS, E.W., 1999, "School science, citizenship and public understanding of science", *Internacional Journal of Science Education*, 21 (7), 703-710.
- JENKINS, E.W., 2000, "Science for all: Time for a paradigm shift?", In R. Millar, J. Leach and J. Osborne (Eds.) *Improving science education: The contribution of research*. Buckingham, , pp. 207-226, UK, Open University
- JENKINS, E.W. Y NELSON, N.W. 2005. Important but not for me: students' attitudes towards secondary school science in England. *Research in Science & Technological Education*, 23, 41-58.
- KEMP, A.C. 2002. Implications of diverse meanings for "scientific literacy". En P.A. Rubba, J.A. Rye, W.J. Di Biase y B.A. Crawford (Eds.), *Proceedings of the 2002 Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science* (pp. 1202-1229). Pensacola, FL: AETS.
- KUHN, T.S. 1962. *The Structure of Revolutions*. Chicago, IL: University of Chicago Press. Traducción de A. Contín (1971), *La estructura de las revoluciones científicas*. México DF: FCE.
- LAUGKSCH, R.C. 2000. Scientific Literacy: A Conceptual Overview. *Science Education*, 84, 71-94.
- LAYTON, D. 1994. STS in the school curriculum: A movement overtaken by history? En J. Solomon y G.S. Aikenhead (Eds.), *STS Education: internacional Perspectives on Reform* (pp. 32-44). New York: Teachers College Press.
- LINDAHL, B. 2003. *Pupils' responses to school science and technology? A longitudinal study of pathways to upper secondary school*. Tesis doctoral no publicada, Universidad de Krinstianstadt, Suecia.
- LÓPEZ, C. 1995. *El ogro rehabilitado*. Madrid: Aguilar.

- LÓPEZ-VARONA, J.A. Y MORENO-MARTÍNEZ, M.L. 1996. Tercer estudio internacional de Matemáticas y Ciencias (TIMSS). *Revista de Educación*, 311, 315-336.
- LÓPEZ-VARONA, J.A. Y MORENO-MARTÍNEZ, M.L. 1997. *Resultados de Ciencias. Tercer Estudio Internacional de Matemáticas y Ciencias (TIMSS)*. Madrid:
- INCE/MECD. MANASSERO, M.A., VÁZQUEZ, A. Y ACEVEDO, J.A. 2004. Evidences for consensus on the nature of science issues. En R.M. Janiuk y E. Samonek-Miciuk (Eds.), *Science and Technology Education for a Diverse World – dilemmas, needs and partnerships*. International Organization for Science and Technology Education (IOSTE) XIth Symposium Proceeding (pp. 167-168). Lublin, Poland Marie Curie-Sklodowska University Press.
- MARCO, B. 1997. La alfabetización científica en la frontera del 2000. *Kikirikí*, 44/45, 35-42.
- MARCO, B., 2000, “La alfabetización científica” en Perales Palacios y Cañal de León (Eds.), *Didáctica de las ciencias experimentales*, Alcoy, Marfil.
- MARÍN, N. 1999. Delimitando el campo de aplicación del cambio conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, 17, 80-92.
- MARTÍN-DÍAZ, M.J. 2004. El papel de las ciencias de la naturaleza en la educación a debate. *Revista Iberoamericana de Educación*, edición electrónica De los Lectores.
- MARTÍN-GORDILLO, M. 2003. Metáforas y simulaciones: alternativas para la didáctica y la enseñanza de las ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(3), artículo 10, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 4 N° 2 (2005)*
- MARTÍN-GORDILLO, M. Y OSORIO, C. 2003. Educar para participar en ciencia y tecnología. Un proyecto para la difusión de la cultura científica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 32, 165-210.
- MARTÍN-DÍAZ, M.J. y BACAS P. 1996, El currículo actual en ciencias y la incorporación de nuevos temas, *Alambique*, 10, 11-22.
- MARTÍN-DÍAZ, M.J. 2001, “Enseñanza de las ciencias ¿para qué?”, *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 2.
- MARTÍN-DÍAZ, M.J., NIEDA, J. y CAÑAS, A., 2002, “El aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza”, en Marchesi y Martín, (Eds), *Evaluación de la Educación Secundaria Obligatoria*, Madrid, S.M.
- MATHEWS, M.R, 1990. History, Philosophy and Science: a Rapprochement. *Studies in science education*, 18, p. 25-51.
- MATHEWS, M.R. 1991. Un lugar para la historia y la filosofía en la enseñanza de las ciencias. *Comunicación, lenguaje y educación*, 11-12, pp. 141-155
- MATHEWS, M.R. 1994 a Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la situación actual. *Enseñanza de las ciencias*, 12 (2), p. 255-277.
- MATHEWS, M.R, 1994 b *Science teaching. The Role of history and philosophy of Science.* (Routledge: New York)

MAYOH, K. Y KNUTTON, S. 1997. Using out-of-school experience in science lessons: Reality or rhetoric? *International Journal of Science Education*, 19, 849-867.

MECD, 2001 a. Real Decreto 3473/2000, de 29 de diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 1007/91, de 14 de junio, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la educación secundaria obligatoria. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deportes.

MECD, 2001b. Real Decreto 3474/2000, de 29 de diciembre, por el que se modifican el Real Decreto 1700/91, de 29 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato, y el Real Decreto 1178/92, de 2 de octubre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas del bachillerato. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deportes.

MEMBIELA, P., (ed.), 2002, “*Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia/Tecnología/Sociedad. Formación científica para la ciudadanía*”, Madrid: Narcea.

MONK, M. and OSBORNE, J., 1997, “Placing the history and philosophy science on the curriculum: a model for the development of pedagogy”, *Science Education*, 405- 424.

NIEDA, J., CAÑAS, A. y MARTÍN-DÍAZ, M.J., (en prensa), *Actividades para evaluar las Ciencias en secundaria*, Madrid, Visor-Cátedra UNESCO.

OECD. 1999. *Measuring student knowledge and skills. A new framework for assessment*. París: OECD. Traducción de G. Gil Escudero, J. Fernández García, F. Rubio Miguelsanz y C. López Ramos (2000), *La medida de los conocimientos y las destrezas de los alumnos. Un nuevo marco de evaluación*. Madrid: INCE/MECD.

OECD. 2001. *Knowledge and skills for life: First results from PISA 2000*. Executive Summary. París: OECD. Traducción de G. Gil Escudero (2001), *Conocimientos y destrezas para la vida: primeros resultados del proyecto PISA 2000*. Resumen de resultados. Madrid: INCE/MECD.

OECD. 2003. *The PISA 2003 Assessment Framework: Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*. París: OECD. Traducción de E. Belmonte (2004): Marcos teóricos de PISA 2003: la medida de los conocimientos y destrezas en matemáticas, lectura, ciencias y resolución de problemas. Madrid: INECSE/MEC.

OECD. 2004. *First results from PISA 2003: Executive Summary*. París: OECD. Traducción de E. Belmonte (2004), *Aprender para el mundo de mañana. Resumen de resultados PISA 2003*. Madrid: INECSE/MEC.

OLIVA, J.M. 1999. Algunas reflexiones sobre las concepciones alternativas y el cambio conceptual. *Enseñanza de las Ciencias* 17, 93-107.

OLIVA, J.M. Y ACEVEDO, J.A. 2005. La enseñanza de las ciencias en primaria y secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), 241-250,

OLIVA, J.M., MATOS, J. Y ACEVEDO, J.A. 2004. Las exposiciones científicas escolares y su contribución al desarrollo profesional docente de los profesores participantes. En I.P. Martins, F. Paixão y R. Vieira (Org.), *Perspectivas Ciênci-*

Tecnologia-Sociedade na Inovação da Educação em Ciência (pp. 189- 193). Aveiro (Portugal): Universidade de Aveiro.

OLIVA, J.M., MATOS, J., BUENO, E., BONAT, M., DOMÍNGUEZ, J., VÁZQUEZ, A. Y ACEVEDO, J.A. 2004. Las exposiciones científicas escolares y su contribución en el ámbito afectivo de los alumnos participantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 22, 425-439.

PARKER, L.H. 1997. A model for gender-inclusive school science. En C. Marshall (Ed.), *Feminist Critical Policy Analysis* (pp. 185-200). London: Falmer Press.

PENICK, J.E. 1993. Instrucción en el aula desde un enfoque CTS: nuevas metas requieren nuevos métodos. En C. Palacios, D. Ansoleaga y A. Ajo (Eds.), *Diez años de investigación e innovación en enseñanza de las ciencias. Investigaciones financiadas por el CIDE en el decenio 1983-1993* (pp. 439- 458). Madrid: CIDE/MEC.

PILOT, A. 2000. The concept of “basic scientific knowledge” through some of the reforms recently undertaken in science and technology teaching in European States. En M. Poisson (Ed.), *Science education for contemporary society: problems, issues and dilemmas. Final report of the International Workshop on The reform in the teaching of science and technology at primary and secondary level in Asia: Comparative references to Europe. Part IV: New approaches in science and technology education* (pp. 104-110). Beijing, China (27-31 March 2000). International Bureau of Education, The Chinese Nacional Commission for UNESCO.

POZO, J.I ; GÓMEZ CRESPO, M.A. 1998. *Aprender y enseñar ciencia*. Ediciones Morata

REID, D. J. and HODSON, D., 1987, *Science for all*, Londres, Cassell, Traducción castellana en 1993, *Ciencia para todos en secundaria*, Madrid, Narcea.

RIBELLES, R., SOLBES, J. Y VILCHES, A. 1995. Las interacciones CTS en la enseñanza de las ciencias. Análisis comparativo de la situación para la Física y Química y la Biología y Geología, *Comunicación, Lenguaje & Educación*, 28, pp. 135-143

RIOS, E. Y SOLBES, J. 2002. ¿Qué piensan los estudiantes de ciclos de formación profesional sobre la ciencia y la tecnología? Origen de sus concepciones. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 16, pp. 113-133.

RIOS, E. Y SOLBES, J. 2003. Relaciones ciencia, tecnología, sociedad (CTS), punto de encuentro entre ciencia y tecnología, *Alambique*, 38, pp. 62-70.

ROBERTS, D.A. 1982. Developing the concept of “curriculum emphases” in science education. *Science Education*, 66, 243-60.

ROBERTS, D.A. 1988. What counts as science education? En P.J. Fensham (Ed.), *Developments and Dilemmas in Science Education* (pp. 27-54). London: Falmer Press.

ROYAL SOCIETY, 1985, *The public understanding in science*, Londres, Royal Society Rutherford, F.J. (1997). Sputnik and Science Education. Paper prepared for the Symposium “*Reflecting on Sputnik: Linking the Past, Present, and Future of Educational Reform*”. Washington, DC.

- SADKER, M. Y D. SADKER 1994, *Failing at Fairness: How American Schools Cheat Girls*, Nueva York: Scribner.
- SCHREINER, C. Y SJØBERG, S. 2004. ROSE: The relevance of science education. Sowing the seeds of ROSE. *Acta didactica*, 4. University of Oslo, Norway, Faculty of Education, Department of Teacher Education and School Development.
- SHAMOS, M. 1995. *The Myth of Scientific Literacy*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.
- SJØBERG, S. 1997. *Scientific literacy and school science. Arguments and second thoughts*. En S. Sjøberg y E. Kallerud (Eds.), *Science, technology and citizenship. The public understanding of science and technology in Science Education and research policy* (pp. 9-28). Oslo: NIFU.
- SJØBERG, S. 2003. *ROSE Project*. University of Oslo, Norway.
- SJØBERG, S. 2004. *Science Education: The voice of the learners*. Contribution to the Conference on Increasing Human Resources for Science and Technology in Europe. Bruselas, Unión Europea (2 de abril de 2004).
- SJØBERG, S. Y SCHREINER, C. 2003. ROSE: The relevance of science education. Ideas and rationale behind a cross-cultural comparative project. Paper presented at the 4th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA): *Research and the Quality of Science Education*. Noordwijkerhout, The Netherlands (august 19-23).
- SJØBERG, S. Y SCHREINER, C. 2005. *Young people and science. Attitudes, values and priorities. Evidence from the ROSE project. Keynote presentation at EU's Science and Society Forum 2005*. Session 4: How to foster diversity, inclusiveness and equality in science. Bruselas, Unión Europea (9-11 de abril de 2005).
- SNOW, C.P. 1959. *The two cultures and the scientific revolution*. New York:Cambridge University Press. Traducción castellana (1987), *Las dos culturas*. Madrid: Alianza.
- SOLBES, J. 2002. *Les emprentes de la ciencia*. Ed Germania
- SOLBES, J., FURIÓ, C., GAVIDIA, V. Y VILCHES, A. 2004. Algunas consideraciones sobre la incidencia de la investigación educativa en la enseñanza de las ciencias, *Investigación en la escuela*, 52, pp. 103-110.
- SOLBES, J. y TRAVER, MJ., 1996. La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la Física y la química. *Enseñanza de las ciencias*, 14 (1), p.103-112.
- SOLBES, J. TRAVER, M. 2001. Resultados obtenidos introduciendo la historia de la ciencia en las clases de física y química: mejora de la imagen de la ciencia y desarrollo de actitudes positivas, *Enseñanza de las ciencias*, 19 (1), pp. 151-162.
- SOLBES, J. y TRAVER, M. 2003. La història de la ciència i les relacions ciència, tecnologia, societat (CTS): eines contra el desinterès cap a la ciència, *Mètode*, 39, pp. 7-13.

- SOLBES, J. y TRAVER, M. 2003. Against negative image of science: history of science in the physics & chemistry Education, *Science & Education*, 12, pp. 703-717.
- SOLBES, J. Y VILCHES, A 1989, Interacciones ciencia -técnica -sociedad: un instrumento de cambio actitudinal, *Enseñanza de las Ciencias*, 7(1), pp 14-20
- SOLBES, J. y VILCHES, A., 1992. El modelo constructivista y las relaciones Ciencia / Técnica / Sociedad. *Enseñanza de las ciencias*, 10(2), p.181-186.
- SOLBES, J. Y VILCHES, A. 1995. El profesorado y las actividades CTS, *Alambique*. 3, pp. 30-38 (ISSN 1133-9837).
- SOLBES, J. Y VILCHES, A. 1997. STS Interactions and the teaching of Physics and Chemistry, *Science Education*, 81, pp. 377-386.
- SOLBES, J. 1999. Los valores en la enseñanza de las ciencias, *Alambique*, nº 22, pp. 97-109.
- SOLBES, J. Y VILCHES, A. 2000. La introducción de las interacciones CTS en la enseñanza de las ciencias y su evolución, *Educación Química*, 14 (1), pp. 387-385
- SOLBES, J. Y VILCHES, A. 2002. Percepciones de los estudiantes de secundaria acerca de las interacciones Ciencia, Tecnología y Sociedad, *Revista Electrónica de Enseñanza de las ciencias* 1 (2), 12 pp.
- SOLBES, J. y VILCHES, A. 2004. Papel de la relaciones CTSA en la formación ciudadana, *Enseñanza de las Ciencias* 22 (3), pp. 337-348.
- STINNER, A.1995. Contextual settings, science, stories and large context problems: towards a more humanistic science education. *Science Education*, 79, 555-581.
- TRAVER I RIVER, M, 1996.*La història de les ciències en l'ensenyament de la física y la química*. Tesis doctoral. Universidad de Valencia.
- TYTLER, R.; DUGGAM, S. and GOTT, R.; 2001, “Dimensions of evidence, the public understanding of science and science education”, *International Journal of Science Education*, 23 (8), 815-832.
- UNESCO, 1990. *Final Report: World Conference on Education for All - Meeting Basic Human Needs*. París: UNESCO.
- UNESCO, 1994. Science and Technology 2000+ Education for all. The Project 2000+ Declaration. París: UNESCO.
- UNESCO-ICSU 1999 a. *Declaración de Budapest sobre la Ciencia y el uso del saber científico*. Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el Siglo XXI: Un nuevo compromiso, Budapest, Hungría, 26 junio - 1 julio de 1999.
- UNESCO-ICSU, 1999b. *Proyecto de programa en pro de la ciencia: Marco general de acción*. Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el Siglo XXI: Un nuevo compromiso, Budapest, Hungría, 26 junio - 1 julio de 1999.
- UNESCO-PROAP (Principal Regional Office for Asia and the Pacific), ICASE y SEAMEO-RECSAM 2001. *The training of trainers manual. For Promoting Scientific and Technological Literacy (STL) for All*. Bangkok: UNESCO-PROAP.
- UNIDAD DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS-UAB, (2002), “Conectar la investigación y la acción: el reto de la enseñanza”, *Alambique*, 34, 17-29.

- VÁZQUEZ, A. Y MANASSERO, M.A. 1998. Una propuesta de modelo integrado de aprendizaje como cambio conceptual, metodológico y actitudinal. En E. Banet y A. de Pro (Coord.), *Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias*, Vol. I (pp. 148-158). Murcia: Diego Marín.
- VÁZQUEZ, A. Y MANASSERO, M.A. 2002. La presencia de los temas CTS en el currículo a partir de los resultados del TIMSS. Comunicación presentada en el II Seminario Ibérico sobre CTS en la enseñanza de las ciencias: *Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque CTS en los inicios del siglo XXI*. Valladolid: Universidad de Valladolid.
- VÁZQUEZ, A., ACEVEDO, J.A. Y MANASSERO, M.A. 2004. Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: evidencias e implicaciones para su enseñanza. *Revista Iberoamericana de Educación*.
- WATTS, M. Y BENTLEY, D. 1994. Humanizing and feminizing school science: Reviving anthropomorphic and animistic thinking in constructivist science education. *International Journal of Science Education*, 16, 83-97.
- WANG, H.A. Y MARSH, D.O. 2002. Science instruction with a humanistic twist: Teachers' perception and practice in using the History of Science in classrooms. *Science & Education*, 11, 169-189.
- WAKS, L.J. 1990, "Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos actuales", en Medina y Sanmartín (edts), *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Estudios interdisciplinarios en la Universidad, en la educación y en la gestión pública*, Universidad del País Vasco, Anthropos.
- WEINBERG, S. 1994. *El sueño de una teoría final*. Barcelona: Crítica.
- WOLPERT, L. 1992. *La naturaleza no natural de la ciencia*. Madrid: Acento Editorial.
- YOUNG, M.F.D., 1976, "The schooling of science", en Whitty y Young, *Explorations in the politics of school knowledge*, Driffield: Nafferton Books.
- ZEIDLER, D.L., WALKER K.A., ACKETT W.A. and SIMMONS, M.L., 2002, "Tangled Up in views: beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas", *Science Education*, 343- 357.
- ZIMAN, J., 1980, *Teaching and learning about science and society*, Cambridge, Cambridge University Press.
- ZIMAN, J. 1994 The rationale of STS is in the approach. En J. Solomon y G.S. Aikenhead (Eds.), *STS Education: International Perspectives on Reform* (pp. 21-31). New York: *Teachers College Press*.

Anexo

(Libros utilizados en el análisis de textos)

- AGUSTENCH M; et al.2000.**Física y Química 1º Bachillerato**,(SM)
- ANDRÉS,DM; et al.1999.**Física 2º Bachillerato** (Editex)
- ANDRÉS,DM; et al.1999.**Química 2º Bachillerato** (Editex)
- ANDRÉS,DM; et al.2000. **Física y Química 1º Bachillerato** (Editex)
- BALIBREA, S.; et al.2002.**Ciències de la natura 1º ESO** (Anaya)
- BALLESTERO J, et al.2002. **Física y química Primero de bachillerato**, (Oxford)
- BARRIO GÓMEZ DE AGÜERO; J .2003. **Segundo de Bachillerato**
- CAAMAÑO, A; et al.1998. **Física y Química 4º ESO**,(Teide)
- CAAMAÑO, A; et al.1996. **Ciencias de la naturaleza 1º ESO**, (Teide)
- CAÑAS, A; et al.2002.**Física y Química 3º ESO(Proyecto ecosfera)** ,(SM)
- ENCISO E; et al.1998.**Física y Química 2º Bachillerato**,(Ecir)
- FIDALGO FERNÁNDEZ ,J A;et al.1998 **Física 2º de Bachillerato**,(Everest)
- FIDALGO FERNÁNDEZ ,J A;FERNÁNDEZ PÉREZ M R.2002. **Física y Química 1º Bachillerato**,(Everest)
- FIDALGO FERNÁNDEZ ,J A;FERNÁNDEZ PÉREZ M R.2002.**Física y Química 3º ESO** , (Everest)
- FIDALGO FERNÁNDEZ ,J A;FERNÁNDEZ PÉREZ M R.2003.**Física y Química 4º ESO**,(Everest)
- FIDALGO FERNÁNDEZ ,J A;et al.1997.**Ciencias de la naturaleza de 2º ESO**, (Everest)
- GALINDO, A; et al. ;2000 **Física y Química 1º Bachillerato**.(Mc Graw Hill)
- GRUPO EDEBÉ,1996. **Ciencias de la naturaleza 1º ESO**,(Editex)
- GRUPO EDEBÉ,2002. **Física y Química 1º Bachillerato**,(Editex)
- PEÑA, A.; et al.2002. **Física y Química 3º ESO**.(Mc Graw Hill)
- PUENTE J; et al.2002. **Física y Química 3º ESO(Proyecto Newton)** ,(SM)
- RUIZ,A; et al. 2000. **Química 2º Bachillerato** .(Mc Graw Hill)
- SATOCA VALERO, J.; et al., 2000. **Física y Química 1º Bachillerato** (Anaya)

