

UNIVERSITAT DE VALENCIA

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales

**CONCEPCIONES DE LOS ALUMNOS
DE FORMACION PROFESIONAL
SOBRE LAS INTERACCIONES ENTRE
CIENCIA, TECNOLOGÍA, SOCIEDAD Y NATURALEZA**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Emilio Ríos Tarazona

Jordi Solbes Matarredona

Valencia, Junio de 1999

JORDI SOLBES MATARREDONA, Dr. en Ciencias Físicas por la Universitat de Valencia, Catedrático de Bachillerato de Física y Química y Profesor del Tercer Ciclo del Departamento De Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universitat de Valencia.

CERTIFICA: Que la presente memoria de Tercer Ciclo, con el título: “CONCEPCIONES DE LOS ALUMNOS DE FORMACION PROFESIONAL SOBRE LAS INTERACCIONES SOBRE CIENCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDAD Y NATURALEZA “ ha sido realizada por Emilio Rios Tarazona bajo su dirección.

Y para que conste presenta su memoria en el Dto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universitat de Valencia, firmando el presente certificado en Valencia, a ___ de Junio de 1999.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no hubiera sido posible sin la colaboración desinteresada de mis profesores, compañeros y amigos.

Quiero en primer lugar, expresar mi agradecimiento al Profesor D. Jordi Solbes Matarredona, director de este trabajo de investigación, por sus inestimables consejos y asesoramiento en la elaboración y corrección de la misma, así como por la paciencia mostrada conmigo.

Mención merecen la Profesora Dña. Amparo Vilches Peña por la ayuda facilitada en materiales didácticos, así como el Profesor D. Daniel Gil Pérez por sus orientaciones iniciales.

Finalmente agradecer a mis compañeros y alumnos la colaboración prestada, sin la cual no hubiera sido posible este trabajo.

INDICE

INTRODUCCION.....	5
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
2. FORMULACIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	13
2.1. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	13
2.2. FUNDAMENTACIÓN DE LA HIPÓTESIS	14
2.2.1. Conocimiento científico y conocimiento escolar. Alfabetización científica y tecnológica.....	15
2.2.2. Errores más habituales sobre el trabajo científico y tecnológico transmitidos por la enseñanza	17
2.2.3. Análisis de los componentes del currículum para detectar posibles errores en las concepciones sobre las interacciones CTS.....	20
2.2.4. El medio escolar.....	31
2.2.5. Resultados de investigaciones sobre actitudes de los alumnos con el tratamiento didáctico de las interacciones CTS.....	32
2.2.6. ASPECTOS QUE PUEDEN SER TRATADOS CON LAS INTERACCIONES CTS.....	33
3. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS.....	37
3.1. OPERATIVIZACIÓN DE LA HIPÓTESIS	37
3.1.1. Análisis de textos	38
3.1.2. Análisis de las concepciones de los alumnos	42
3. 2. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA CONTRASTAR LA HIPOTESIS	43
3.2.1. Cuestionario para el análisis de textos y criterios de valoración.....	43
3.2.2. Cuestionario para el análisis de las concepciones de los alumnos	49
4. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	60
4.1. INTRODUCCIÓN	60
4.2. CUESTIONARIO SOBRE LIBROS DE TEXTO.....	60
4.3. CUESTIONARIO SOBRE CONCEPCIONES DE LOS ALUMNOS	64
4.4. CUESTIONARIO SOBRE ORIGEN DE LAS CONCEPCIONES DE LOS ALUMNOS	77
5. CONCLUSIONES, COMPARACIÓN Y COMENTARIOS.....	81
5.1. CONCLUSIONES DEL DISEÑO EXPERIMENTAL.....	81
5.1.1. Referidas a libros de texto.....	81
5.1.2. Referidas a concepciones de los alumnos	83
5.2. COMPARACIÓN DE RESULTADOS.....	85
5.3. PERSPECTIVAS	86
BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS.....	88
BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS.....	89

INTRODUCCION

INTRODUCCION

El lenguaje, como instrumento oral y escrito, y la utilización de útiles y herramientas, constituyen capacidades técnicas específicas de la humanidad. Con la primera ha representado, interpretado y transmitido su visión de sí misma, de la naturaleza y de la sociedad, con la segunda a intervenido, aprovechado y modificado el medio para resolver problemas y satisfacer necesidades y deseos.

Las interrelaciones entre las técnicas poseídas por una sociedad, su cultura, su organización política y su relación con el medio son claramente constatables por estudios históricos, antropológicos y sociológicos. El dominio técnico y las innovaciones técnicas en una cultura han influido a lo largo de su historia sobre las cosmovisiones que esa misma sociedad posee: origen, estructuración y destino de la propia humanidad, de la sociedad y del universo.

En nuestra cultura aparecen dos grandes factores que nos diferencian sobremanera de otras culturales más antiguas, por una parte ha surgido el conocimiento científico, con sus teorías y métodos de verificación y, de la mano, la tecnología, fruto de la aplicación del conocimiento científico sobre las técnicas poseídas anteriormente, sobre tecnologías a innovar, o sobre nuevos modos de resolver problemas o satisfacer necesidades humanas.

Nuestra sociedad, poseedora de ciencia y tecnología, ha modificado por una parte, mediante el conocimiento, las visiones del hombre sobre él mismo (biología, química, medicina, psicología, etc.), sobre la sociedad (sociología, antropología, economía, etc.) y sobre el universo (biología, química, física, astronomía, etc.). Por otra, mediante la implementación y control de procesos físico-químicos (atendiendo a sus causas eficientes) y sus productos, ha modificado sus modos de vida en la alimentación, vestido, salud, ocio, comunicaciones, el hogar, en la construcción de viviendas y edificios, el transporte, los modos de producción y el trabajo, la forma de hacer la guerra, la organización económica y política, y el mismo modo de adquirir

conocimiento. Por último, ha influido sobre el medio ambiente de varios modos: mediante la explotación de recursos biológicos y materias primas, la construcción de diversos artefactos y sistemas, la obtención de energías necesarias para la realización de casi todas sus actividades, y en la producción de residuos producto de las mismas.

Así mismo, esa misma sociedad mediante su organización política, económica, industrial y cultural, mediante la interacción de los grupos sociales con sus intereses y demandas, decide el desarrollo y evolución del complejo científicotecnológico.

Nos podemos preguntar, con relación a la enseñanza de las ciencias experimentales y las tecnologías asociadas, ¿qué concepciones sobre las interacciones entre ciencia, tecnología, sociedad y naturaleza poseen nuestros alumnos?, ¿cómo influyen éstas con relación a sus actitudes hacia el aprendizaje de las mismas?.

En el presente trabajo de investigación en didáctica de las ciencias experimentales nos proponemos, en alumnos de formación profesional, analizar las concepciones que tienen sobre las complejas relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y naturaleza, y las influencias que pueden tener en sus intereses y actitudes hacia el estudio de las ciencias experimentales y las tecnologías asociadas, en concreto en materias relacionadas con el electromagnetismo y la electrotecnia.

Como hipótesis inicial, podemos aventurar que la enseñanza de la ciencia experimental (electromagnetismo) y de la tecnología asociada (electrotecnia) proporciona una imagen deformada de sí misma, como algo neutral, aislado de su contexto social, predominantemente teórica y cuantitativa, que se limita a la aplicación mecánica de fórmulas, que ignora su conexión con el mundo circundante, y sus implicaciones con el entorno natural y social.

Consecuentemente, los alumnos tendrán una visión deformada de la ciencia y de la tecnología, descontextualizada del medio natural y social, y posiblemente pueda ser una de las causas de falta de interés, rechazo y actitudes negativas hacia su estudio y aprendizaje.

En este trabajo de investigación nos referiremos con el término de tecnología al que otros autores denominan técnica, sin que ello suponga divergencia en su sentido, sino que únicamente se refiere a la técnica que es producto de la aplicación de los conocimientos y las metodologías científicas.

En el capítulo I planteamos el problema en su forma definitiva. En el capítulo II intentamos fundamentar la hipótesis en base a los errores más comunes en la enseñanza habitual, según análisis realizados por especialistas en didáctica de las ciencias experimentales, y en resultados de trabajos del mismo tipo obtenidos por diversos investigadores. En el capítulo III, a partir de la fundamentación de la hipótesis, emitimos subhipótesis secundarias que nos permitirán realizar un diseño experimental para la toma de datos en relación al problema planteado. En el capítulo IV realizamos un análisis de resultados obtenido para verificar o rechazar las subhipótesis emitidas, para finalmente, en el capítulo V, realizar un comentario y las consecuencias que se extraen de la investigación realizada.

CAPÍTULO 1

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A mediados del siglo XVI están de moda en Europa las técnicas “mecánicas”, es decir, las máquinas y el arte de ellas, uno de cuyos más preclaros exponentes es Leonardo de Vinci (1452-1519). Este nuevo tecnicismo procede como va a proceder la *nuova scienza*, no va de los objetivos que se quieren lograr, representados por una imagen, a los medios para hacerlo, se detiene y analiza el proceso, lo descompone en procesos parciales de los que surge. Así Galileo se detiene en las causas que operan sobre el fenómeno, lo analiza y descompone en procesos parciales y elementales que constituyen su génesis, ese es el nuevo modo de operar con el intelecto: “análisis de la naturaleza” (Ortega y Gasset, 1939).

El método científico introducido por Galileo Galilei (1564-1642) para verificar hipótesis enmarcadas en un paradigma teórico (astronomía, mecánica, hidráulica, etc.), mediante el análisis y la experimentación unidas a la conceptualización y sistematización teóricas y al tratamiento metrológico y matemático, modifica profundamente los procedimientos de adquisición y validación de conocimientos a partir de la experiencia, modificando progresivamente los demás dominios técnicos, basados en la observación de regularidades y la experimentación. Había nacido la revolución científica.

En 1662 se funda la *Royal Society* “cuyos estudios se emplearán en promover el conocimiento de las cosas naturales y las artes útiles por medio de experimentos”, según decía su carta fundacional. Con la *Royal Society* los laboratorios científicos y la comunidad científica se establecen como instancias máximas para validar hipótesis en relación a cuestiones de hechos. “Los fenómenos producidos y controlados mediante instrumentos de construcción mecánica en el curso de experimentos reproducibles y accesibles a todo el mundo, constituyen los hechos científicos. Los hechos contruidos por la práctica técnica y científica representan los fenómenos genuinos de la naturaleza moderna, las tecnologías. La ciencia moderna se configura como la conjunción de la producción tecnológica de laboratorio y el tratamiento teórico de sus sistemas tecnológicos” (Sanmartín et al, 1992).

Desde esa época se han gestado, desarrollado y han evolucionado con profusión diversos campos de las ciencias y de las tecnologías, no sin crisis y controversias (Gil, 1993), y nadie pone en duda que el conocimiento y aplicación de ambas ha modificado profundamente la cultura, los modos de vida de las personas, la sociedad y el entorno. La importancia que ambas tienen en nuestra cultura tiene reflejo en su inclusión en la mayoría de los currículum de las enseñanzas primarias, secundarias y superiores de los países democráticos y tecnológicamente desarrollados, no sólo para formar científicos y profesionales de las industrias, sino también para adquirir una comprensión de la sociedad y el entorno que nos rodea, y formar ciudadanos responsables que tomen decisiones fundamentadas en relación a problemas con los que tendrán que enfrentarse. Más específicamente en las enseñanzas secundarias y universitarias se han introducido materias o estudios de las relaciones entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Naturaleza (CTS).

Ya Ortega (1939) señalaba la importancia de que en la enseñanza se pusiese en contacto al ciudadano ante el enorme hecho de la ciencia y la tecnología, dentro del cual ve sumergida su existencia. Indica la importancia de tratar lo que representan en la vida humana, su trabazón con otros factores de la misma, su génesis, su evolución, sus condiciones, sus posibilidades, sus peligros, los conflictos que produce en las sociedades y su capacidad para resolver problemas. Según él, la falta de contacto de la enseñanza con la tecnología le imprime un carácter abstracto, espectral, sin embrague posible con la vida real.

Dada la importancia que tienen los estudios sobre ciencias experimentales y la tecnología, y su evidente conexión con la vida real, sería de esperar que el alumnado mostrase un elevado interés hacia las mismas, pero las investigaciones realizadas en el campo de la didáctica de las ciencias experimentales, relacionados con actitudes e intereses de los alumnos, parecen contradecir estas expectativas. Parece ser que más bien se produce el efecto contrario en nuestros alumnos, es decir, la actitud favorable hacia la exploración, el conocimiento del mundo circundante y las ciencias, su interés por ellas, va decreciendo a lo largo del periodo de escolarización (James y Smith 1985, Yager y Penich 1986).

Pueden existir diversas explicaciones a este hecho, culturales, medios de comunicación, etc., pero en el presente trabajo de investigación nos proponemos estudiar las influencias que puede tener un adecuado tratamiento de las interacciones entre ciencia, tecnología, sociedad y naturaleza sobre las actitudes e intereses de los alumnos hacia las ciencias experimentales y la tecnología, ya que este tratamiento aportará conexiones de los estudios con la realidad, los contextualizará, les dará una visión más rica, puesto que se pueden tratar: génesis y evolución de ciencias y tecnologías asociadas, influencias sociales sobre las mismas, problemas que resuelven y generan, sistemas y productos asociados, e influencias sobre la sociedad y el medio ambiente.

Para ello, necesitamos conocer, en primer lugar, el punto de partida, es decir: **¿Qué imagen poseen los alumnos sobre las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y naturaleza?**

Como dicha imagen es transmitida en parte por la enseñanza habitual a través de lo expresado por los profesores y por los libros de texto, y éstos últimos son elaborados por los primeros, y son instrumentos utilizados por todos, nos preguntamos: **¿Qué imagen de las interacciones entre ciencia, tecnología, sociedad y naturaleza suelen transmitir los libros de texto utilizados usualmente?**

A lo largo de este trabajo intentaremos dar respuesta a las dos primeras preguntas, en el caso de alumnos de formación profesional de una especialidad relacionada con la electrotecnia. La última, dado los materiales que hay que confeccionar y probar didácticamente, rectificar si procede, así como las dificultades en la verificación y contrastación de hipótesis, la postergaremos para una investigación posterior.

CAPITULO 2

FORMULACIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

2. FORMULACIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

2.1. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Ya comentábamos, en el planteamiento del problema que nos proponemos investigar, la relevante importancia que tiene la ciencia y la tecnología en nuestra cultura; lo rodeado e inmerso que está el ciudadano en los productos tecnológicos y la influencia que ejercen en su vida; la evidente conexión que tienen las enseñanzas de estas materias con el mundo circundante. Nadie puede poner en duda la contribución que ambas aportan a la formación integral de los alumnos, futuros ciudadanos, formando parte de su bagaje cultural para comprender ese mundo que les rodea, para su inserción en la vida activa y para la toma de decisiones fundamentadas. A pesar de todo esto, los alumnos, no parecen mostrar la actitud esperada frente a su estudio y aprendizaje, y más bien su interés decrece con el tiempo de escolarización.

Diversas pueden ser las razones, pero desde un punto de vista de la didáctica de las ciencias experimentales ya señalábamos que una de las posibles causas, y esto constituye la primera parte de nuestra hipótesis, es que: **En la enseñanza habitual de la ciencia experimental (electromagnetismo) y de la tecnología asociada (electrotecnia) se proporciona frecuentemente una imagen deformada de sí misma, como algo neutral, aislado de su contexto social, predominantemente teórica y cuantitativa, que se limita a la aplicación mecánica de formulas, que ignora su conexión con el mundo circundante, y sus implicaciones con el entorno natural y social.**

Como consecuencia de ello es de suponer, y esto constituye la segunda parte de nuestra hipótesis, que: **Los alumnos tendrán una visión deformada de la ciencia y de la tecnología, descontextualizada del medio natural y social, y posiblemente pueda ser una de las causas de falta de interés, rechazo y actitudes negativas hacia su estudio y aprendizaje.**

Factorizando la hipótesis podemos desglosarla en tres subhipótesis derivadas:

- La enseñanza habitual muestra una imagen deformada de la ciencia, los científicos y la tecnología, desconectada de su entorno, sin mostrar sus complejas relaciones con la sociedad y el medio ambiente.
- Como consecuencia de ello, los alumnos tendrán una imagen de las ciencias experimentales y de las tecnologías asociadas alejadas del mundo real, desconociendo el papel jugado por la ciencia, la tecnología y la técnica a lo largo de la historia de la humanidad, y sus interacciones con la sociedad y el medio ambiente.
- Es posible que esto sea una de las causas de la actitud negativa de los alumnos hacia el estudio de las ciencias experimentales y las tecnologías, y del creciente desinterés hacia las mismas.

2.2. FUNDAMENTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Para fundamentar la hipótesis tendremos primero que referirnos a lo que pretendemos que los alumnos aprendan en las clases de ciencias experimentales y de las tecnologías asociadas. No cabe duda de que uno de los objetivos generales es proporcionar conocimiento y metodología científica a los estudiantes, y ello constituye el marco general de referencia, junto con una alfabetización científica y tecnológica y una formación profesional (de base o específica según el nivel educativo), y ello se consigue a través de los diferentes componentes del currículum (contenidos, evaluación y metodología) en el medio escolar. Lo que haremos, por tanto, será analizar esos factores que conforman las enseñanzas de esas materias, y finalizaremos con un breve comentario sobre investigaciones realizadas en nuestro país que versan sobre actitudes y cambio de actitudes de los alumnos con el tratamiento didáctico de las interacciones CTS.

2.2.1. Conocimiento científico y conocimiento escolar. Alfabetización científica y tecnológica.

Epistemológicamente, el conocimiento elaborado en la escuela tiene como referencia el conocimiento científico, pero no es un conocimiento científico en sí, sino una transposición didáctica de ese conocimiento que se ajusta a las características del contexto escolar. Debe señalarse esto para evitar simplificaciones excesivas que llevan a visiones simplistas y erróneas de la actividad científica, como han puesto de manifiesto diversas investigaciones en torno a visiones deformadas de la ciencia y el trabajo científico (Grupo de Investigación en la Escuela 1991, Hodson 1992, Meichstry 1993). Nosotros nos atrevemos a pensar, aunque no tenemos trabajos que lo confirmen, que esta misma opinión podría trasladarse al campo de la tecnología, puesto que también utiliza y genera conocimiento científico.

Por otra parte, la transposición de esos conocimientos del contexto científico o tecnológico al contexto escolar tiene diversos significados según como se entienda por *aprender ciencias (o tecnologías asociadas)*, y aquí entra en juego la denominada *alfabetización científica y tecnológica*.

Para Hodson (1992) los tres elementos básicos de la alfabetización científica son:

- Adquisición de conocimiento científicos: Centrado en el cuerpo de conocimientos actualmente aceptado por la comunidad científica.
- Comprensión de la naturaleza de la ciencia, sus métodos y sus complejas interacciones con la sociedad.
- Aprender a hacer ciencia: Familiarización con las actividades de planteamiento y solución de problemas.

Gil (1994) añade a los anteriores dos más:

- Aproximación a la tecnología precientífica: A los desarrollos técnicos previos a la aplicación del conocimiento científico, caracterizado por el tratamiento de problemas concretos de aplicación inmediata.
- Desarrollo de un interés crítico por la actividad científica: Plantea la cuestión del interés y actitudes hacia la ciencia.

Para Gilbert (1992, 1995) y Flemign (1989), con relación a la alfabetización tecnológica, pueden considerarse además de los anteriores, los diversos aspectos del modelo de Pacey (Pacey, 1983) sobre la tecnología, es decir:

- Aspectos técnicos: Sistemas, productos y procesos de la tecnología conectados con la enseñanza de las ciencias (antes, durante o después).
- Organizativos y culturales: Organización y economía industrial, educación para el consumidor, control de calidad y procesos, naturaleza y uso de los productos, elección de tecnologías. Lo que denomina estudios sociales.
- Experiencias de contextualización: Visitas a plantas industriales y charlas o conferencias de industriales y técnicos.

La profundidad del tratamiento de los aspectos tecnológicos mencionados va a depender del tipo de estudios que se lleven a cabo. Así algunos de ellos se tratarán exhaustivamente en algunas especialidades de la formación profesional.

Para Sanmartín et al (1992) y Medina et al (1990) la alfabetización científico-tecnológica se conseguiría potenciando los contenidos científico-tecnológicos en los distintos niveles educativos, aumentando así el grado de cultura científico-tecnológica, pero integrando las actitudes hacia la ciencia y la tecnología: evaluación, intercambio, expresión y síntesis de perspectivas, negociación y toma de decisiones.

2.2.2. Errores más habituales sobre el trabajo científico y tecnológico transmitidos por la enseñanza

Es interesante en este aspecto un trabajo de Gil (1993) en el que trata errores conceptuales sobre la naturaleza del trabajo científico, que constituye lo que denomina epistemología “espontánea” de los profesores de ciencias, y que consiste en presentar como científico lo que no merece esa calificación. El mismo autor, coincidiendo con otros investigadores, menciona que es preciso tener en cuenta la pérdida de coherencia que supone el paso de la teoría a la praxis. El surgimiento de conflictos entre concepciones sobre la ciencia y el aprendizaje, las exigencias de la realidad (programas, tiempo, etc.), que hace que los profesores, a pesar de poseer concepciones válidas sobre la ciencia y el trabajo científico, pierdan coherencia con relación a las mismas. Las concepciones erróneas más típicas sobre el trabajo científico que pueden ser transmitidas, explícita o implícitamente, en la enseñanza de las ciencias son (Gil 1993):

1. Visión empirista y ateórica: Se resalta el papel de la observación y de la experimentación "neutras" (no contaminadas por ideas apriorísticas), olvidando el papel esencial de las hipótesis y de la construcción de un cuerpo coherente de conocimientos (teoría).

Por otra parte, pese a esta importancia dada (verbalmente) a la observación y experimentación, la enseñanza en general, es puramente **libresca**, sin apenas trabajo experimental.

Se incide particularmente en esta visión ateórica cuando se presenta el aprendizaje como un **descubrimiento** o se reduce a la práctica de **los procesos** con olvido de los contenidos.

2. Visión rígida (algorítmica, "exacta", infalible...). Se presenta el "método científico" como conjunto de etapas a seguir mecánicamente. Se resalta, por otra parte, lo que supone tratamiento cuantitativo, control riguroso, etc., olvidando –o incluso rechazando- todo lo que significa invención, creatividad, duda...

3. Visión aproblemática y ahistórica (ergo dogmática). Se transmiten conocimientos ya elaborados, sin mostrar cuáles fueron los problemas que

generaron su construcción, cuál ha sido su evolución, las dificultades, etc., ni mucho menos aún las limitaciones del conocimiento actual o las perspectivas abiertas.

4. **Visión exclusivamente analítica**, que resalta la necesaria parcialización de los estudios, su carácter acotado, simplificadorio, pero olvida los esfuerzos posteriores de unificación y de construcción de cuerpos coherentes de conocimientos cada vez más amplios, el tratamiento de problemas "frontera" entre distintos dominios que pueden llegar a unirse, etc.

5. **Visión acumulativa, lineal**: Los conocimientos aparecen como fruto de un crecimiento lineal, ignorando las crisis, las remodelaciones profundas. Se ignora, en particular, la discontinuidad radical entre el tratamiento científico de los problemas y el pensamiento ordinario.

6. **Visión de sentido común**. Los conocimientos se presentan como claros, obvios, "de sentido común", olvidando que la construcción científica parte, precisamente, del cuestionamiento sistemático de lo obvio.

Se contribuye implícitamente a esta visión cuando se practica el reduccionismo conceptual, es decir, cuando se presenta el paso de las concepciones alternativas de los alumnos a los conocimientos científicos como simple cambio de ideas.

7. **Visión "velada" elitista**: Se esconde la significación de los conocimientos tras el aparato matemático. No se hace un esfuerzo por hacer la ciencia accesible, por mostrar su carácter de construcción humana, en la que no faltan ni confusión ni errores... como los de los propios alumnos... En el mismo sentido, se presenta el trabajo científico como un dominio reservado a minorías especialmente dotadas, transmitiendo expectativas negativas a la mayoría de los alumnos, con claras discriminaciones de naturaleza social y sexual (la ciencia es presentada como una actividad eminentemente "masculina").

8. **Visión individualista**: Los conocimientos científicos aparecen como obra de genios aislados, ignorándose el papel del trabajo colectivo, de los intercambios

entre equipos... Se deja creer, en particular, que los resultados de un sólo científico o equipo pueden verificar o falsear una hipótesis.

9. Visión descontextualizada, socialmente neutra: Se olvidan las complejas relaciones CTS y se proporciona una imagen de los científicos como seres "por encima del bien y del mal", encerrados en su torre de marfil y ajenos a las necesarias tomas de decisión. Cuando, en ocasiones, se tienen en cuenta las interacciones CTS, se suele caer en visiones simplistas: exaltación beata de la ciencia como factor absoluto de progreso o rechazo sistemático (a causa de su capacidad destructiva, efectos contaminantes, etc.).

En cuanto a la tecnología (Gilbert 1992, Sanmartín et al 1992) hay tres visiones diferentes del papel de la tecnología en la sociedad Sanma, que incluso va a depender de áreas de acción:

1. "Visión humana", la cual la ve como una respuesta evolutiva a las necesidades humanas.
2. "Visión titánica", como un intento heroico de dominar la dura, agresiva e inhóspita naturaleza.
3. "Visión satánica", que ve a la tecnología como generadora de un poder destructivo cuando está aliada a una perspectiva instrumental del medio.

De las cuales las dos últimas (Sanmartín et al 1992), y en coherencia con las concepciones erróneas sobre el trabajo científico que se han señalado, son erróneas.

También existen dos visiones conflictivas de cómo la tecnología es dirigida y cómo evoluciona (Gilbert 1992, Sanmartín et al 1992):

1. "Determinismo tecnológico". Ve el cambio tecnológico independiente de las creencias, valores y metas generales de la sociedad, y es capaz de modelar la sociedad.

2. "Construcción social de la tecnología". Ve el desarrollo tecnológico como reflejo de las decisiones sociales, de modo que la sociedad con sus decisiones decide los propósitos y desarrollo de la tecnología.

En el primer caso la tecnología se ve descontextualizada del medio social en el cual se toman las decisiones, y está apoyada en una visión de la ciencia neutral y también determinista, lo cual constituye un error desde el punto de vista del trabajo científico, y desde el punto de vista de las interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad.

2.2.3. Análisis de los componentes del currículum para detectar posibles errores en las concepciones sobre las interacciones CTS

A continuación, pasamos a analizar cada uno de los componentes que forman parte del currículum, y a través de los cuales se puede transmitir una idea deformada de las complejas interacciones entre ciencia, tecnología, sociedad y naturaleza. Estos componentes son: los contenidos (en sus diferentes vertientes), los métodos de evaluación y la metodología didáctica.

2.2.3.A. LA METODOLOGÍA DIDÁCTICA Y LOS MODELOS DE ENSEÑANZA

Existen básicamente cuatro paradigmas teóricos sobre los procesos de enseñanza aprendizaje, aunque en la práctica educativa común puedan aplicarse modelos que abarquen un amplio espectro entre los mismos: recepción/transmisión tradicional, descubrimiento, recepción/transmisión significativa, y problemática o por investigación, ésta última enmarcada en el paradigma constructivista.

2.2.3.A.1. El modelo de enseñanza por transmisión/recepción tradicional

En este modelo el alumno se considera un recipiente que va acumulando saberes transmitidos por el profesor, o una hoja en blanco en la que se pueden escribir

conocimientos. El profesor se limita a transmitir los conocimientos ya elaborados socialmente y el alumno a su recepción pasiva, se supone que una explicación ordenada, clara y bien presentada por el profesor es suficiente para que el alumno comprenda los contenidos. Un alumno que asimila adecuadamente los contenidos será aquel que repita mecánicamente aquello que el profesor le ha transmitido, y si los alumnos no aprenden, desde este punto de vista, es debido a la falta de esfuerzo personal o su baja capacidad intelectual.

Este tipo de enseñanza tiene una incidencia negativa sobre la formación de los alumnos, produce un rechazo generalizado debido al estudio y memorización de hechos específicos (Penick y Yager 1986).

2.2.3.A.2. El modelo de enseñanza por descubrimiento

Como reacción a ésta enseñanza tradicional de las ciencias, surgió, como reacción en Estados Unidos en los años 60 (Gil 1993), una corriente denominada de enseñanza por descubrimiento autónomo que pretendía la aproximación de la actividad de los alumnos a la actividad científica, el aprendizaje de sus procesos y métodos, para que de este modo los estudiantes entendiesen la naturaleza de la ciencia y generar en ellos actitudes positivas hacia la misma. También hay que señalar las influencias que tuvo en ese cambio la conmoción que representó la puesta en órbita por parte de los soviéticos del Sputnik en 1957 (Hlebowisth y Wraga 1989), que hizo subrayar la relación entre tecnología y educación.

Esta metodología no obtuvo los resultados esperados, después de varios años de evaluación, ni en adquisición de conocimientos ni en comprensión de la naturaleza de la ciencia. Su error fundamental fue centrarse en los métodos y procesos de la ciencia, en los trabajos prácticos, y no hacer el énfasis necesario en los contenidos conceptuales, convirtiéndose en meras manipulaciones, pues los alumnos debían descubrir los conocimientos científicos, lo que constituye un inductivismo extremo desde un punto de vista epistemológico. Sin embargo, entre sus logros didácticos hay que resaltar (Gil 1993):

- Aproximación de la actividad de los alumnos a las características del trabajo científico.
- Generación de actitudes positivas hacia la ciencia y su aprendizaje.
- Comprensión, por sus métodos, de la construcción de teorías.
- Constituyó el principio de reestructuraciones posteriores en la didáctica de las ciencias.

Cabe mencionar que el reduccionismo experimentalista muestra rápidamente sus limitaciones y produce un retorno a las propuestas de transmisión/recepción de conocimientos ya elaborados, las cuales inciden en el reduccionismo conceptual de signo opuesto expuesto anteriormente.

2.2.3.A.3. El modelo de enseñanza por transmisión y recepción significativa

El paradigma por descubrimiento, debido a sus resultados, recibió críticas sociales y de diversos especialistas en didáctica de las ciencias, entre las que mencionaremos las de Ausubel 1978, Gil 1983, y Hodson 1985. Ausubel, en su teoría de la recepción significativa, critica que no se tuvieron en cuenta factores que son decisivos en la enseñanza, tales como:

- Conocimientos previos de los alumnos.
- Integración de los nuevos conocimientos en las estructuras conceptuales de los alumnos.
- Papel que la guía del profesor puede jugar como facilitadora de un aprendizaje significativo -en vez de las adquisiciones dispersas que proporcionan los "descubrimientos" incidentales del trabajo autónomo.
- La verdadera asimilación exige un proceso activo de relación, diferenciación y reconciliación integradora con los conceptos pertinentes que ya existen en la conciencia de los alumnos.

Estas críticas podrían entenderse como una vuelta a la enseñanza tradicional, pero un análisis riguroso (Gil 1993), exigiría tener, coherentemente en cuenta con lo señalado, lo siguiente:

- Necesidad de tiempo propio para que los alumnos puedan trabajar los conceptos hasta ligarlos a su estructura conceptual.
- Plantear actividades que favorezcan dicho trabajo de relación, diferenciación y reconciliación integradora.
- Introducir los mecanismos de evaluación y retroalimentación para constatar hasta qué punto los alumnos han asimilado y se puede o no seguir adelante.
- Hacer activo el proceso de asimilación en la clase supondría más trabajo (dirigido) de los alumnos y más tiempo propio para éstos.
- No limitarse a un aprendizaje exclusivamente conceptual que deje de lado los aspectos procedimentales y axiológicos.
- No contribuir a que los alumnos adquieran una visión empobrecida y deformada de la ciencia y el trabajo científico, que en alguna medida pueden ser responsables de las actitudes negativas hacia la ciencia y su aprendizaje.

Factores todos ellos que no se suelen tener en cuenta en una enseñanza basada en la pura transmisión, y por lo tanto errores de la enseñanza tradicional.

2.2.3.A.4. Preconcepciones, cambio conceptual y constructivismo

A partir de la tesis de Viennot (1976) y estudios de otros investigadores, tales como Driver et al (1978) o Furió et al (1986), se mostró que los alumnos de cualquier etapa educativa siguen poseyendo graves errores conceptuales, cuyas causas no eran debidas a olvidos o equivocaciones momentáneas, sino a la existencia de esquemas alternativos o preconcepciones, muy arraigadas y difícilmente desplazables por los conocimientos científicos enseñados en el sistema formal. Estos esquemas alternativos se corresponden con lo que Vigotsky (1934) denomina “prehistoria del aprendizaje”, Piaget (1970) como “nociones precientíficas”, o “lo que el alumno ya sabe” de Ausubel (1978), que son fruto de experiencias cotidianas del alumno, del lenguaje del medio cultural o de la propia enseñanza al transmitir errores conceptuales (Solbes 1986,

Carrascosa 1987). La mayoría de los estudios realizados coinciden en caracterizar los conocimientos previos de los estudiantes como (Gil 1986):

- Dotados de cierta coherencia interna, pues explican ciertos hechos.
- Comunes en estudiantes de diferentes medios y edades, consecuencia de un pensamiento que no genera dudas ni alternativas, busca seguridad y respuestas rápidas, y se basa en “evidencias” de sentido común.
- Tienen ciertas similitudes con concepciones que estuvieron vigentes en ciertos momentos de la historia de las ideas.
- Son perdurables, por las razones apuntadas anteriormente, y son resistentes al cambio a pesar de su tratamiento reiterado en la enseñanza habitual.

Los errores conceptuales supusieron una seria llamada de atención sobre la eficacia de la enseñanza por transmisión de conocimientos elaborados, han contribuido a cuestionar las visiones simplistas sobre el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias, y han planteado la necesidad de un replanteamiento fundamentado de las mismas.

El estudio y tratamiento de las concepciones previas de los alumnos, la enseñanza por descubrimiento autónomo y sus críticas, dieron como resultado la emergencia de un nuevo modelo de aprendizaje de las ciencias denominado *constructivismo*, cuyas principales características son (Driver et al 1986, Gil 1986):

- Todo aprendizaje depende de conocimientos previos de quien aprende.
- Aprender significa la construcción activa de significados, no es reproducir simplemente lo que se recibe.
- Comprender y encontrar sentido a lo que se aprende supone establecer relaciones con lo que se sabe y entre sí. La información fragmentada y aislada es olvidada, se memoriza a largo plazo aquella información muy estructurada y ligada de múltiples formas con lo que se sabe.

El constructivismo hizo replantear el aprendizaje de las ciencias como *cambio conceptual*. Postner et al (1982) identificaron cuatro condiciones para que tenga lugar el cambio conceptual (Beltrán1987):

1. Es preciso que se produzca insatisfacción con los conceptos existentes.
2. Ha de existir una concepción mínimamente inteligible que...
3. Debe llegar a ser aceptable, aunque inicialmente contradiga las ideas previas del alumno y...
4. Ha de ser potencialmente fructífera, dando explicación a las anomalías encontradas y abriendo nuevas áreas de investigación.

Este cambio conceptual precisa, en base a lo anterior (Osborne et al 1983, Driver et al 1986, Hewson y Hewson 1988, Pozo 1989, Gil 1993), de las siguientes fases:

1. Explicitación de las concepciones de los alumnos, no debiendo ser tratado como la autoconstatación de errores conceptuales por parte de los alumnos.
2. Cuestionamiento de las ideas de los alumnos a través de conflictos cognitivos que generen insatisfacción con dichas concepciones y preparen para la introducción de los conceptos científicos.
3. Introducción de los nuevos conceptos.
4. Aplicación de dichos conceptos en diferentes contextos para fijarlos, contextualizarlos y producir transferibilidad.

Factores todos ellos que no se tienen en cuenta en una enseñanza que se limite a una pura transmisión de conocimientos elaborados.

Este *cambio conceptual* posee cierto paralelismo con la evolución histórica de los conocimientos científicos, que sólo desplazó al pensamiento preclásico gracias a la combinación del análisis, la creatividad, el pensamiento divergente, la emisión y contrastación de hipótesis mediante experimentos en condiciones controladas, y la búsqueda de coherencia global. Guarda también ciertas similitudes con la investigación científica o tratamiento científico de problemas (Gil 1994) y supone por tanto, no sólo un cambio conceptual, sino también un *cambio metodológico*.

2.2.3.B. LOS CONTENIDOS

La idea de disciplina académica es un cuerpo de conocimientos coherente asociada a una clase de objetos o dominio dado, que permite hacerse preguntas respecto a los mismos, a las cuales se da respuesta a través de métodos propios de indagación y verificación, es decir, debe poseer una estructura conceptual y metodológica propias (Hodson 1992) en relación a su objeto de estudio. Desde un punto de vista curricular los contenidos de una materia se pueden desglosar en contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales. A través de cada uno de ellos se pueden transmitir ideas erróneas sobre lo que constituyen las actividades científicas y tecnológicas, la ciencia y la tecnología, y de sus interacciones con la sociedad y la naturaleza.

2.2.3.B.1. Los contenidos conceptuales

Están centrados en el tratamiento de los conceptos, hechos, y leyes que conforman el cuerpo de conocimientos de una ciencia, de una forma progresiva, lógica y coherente, y aceptados por la comunidad científica.

Pero dicho dominio no es posible presentarlo en su globalidad, por extensión y complejidad, recurriéndose a su selección, simplificación y esquematización, llegándose a cierto grado de desvirtuación científica, pero que puede ser presentado a los alumnos como un conocimiento acabado. El craso error que se comete es que se imparte una enseñanza de las ciencias o la tecnología que no es en absoluto coherente con una concepción sobre la ciencia epistemológicamente correcta, y que implica visiones deformadas de la misma. Ese reduccionismo, tanto en la metodología como en lo conceptual, no puede lograr que los alumnos alcancen a comprender los conceptos más fundamentales, ni generar interés por la ciencia o la tecnología, sino que, a su pesar, decrece a medida que se avanza en el estadio de escolarización (James y Smith 1985, Yager y Penich 1986). Este reduccionismo se comete en el modelo de enseñanza por transmisión, puesto que está centrada en este tipo de contenidos.

Por otra parte, en la enseñanza tradicional no se presta atención a las concepciones o las ideas de partida de los alumnos, con las cuales ellos interpretan los contenidos que se imparten y que pueden impedir su aprendizaje con sentido, lo cual se

evidencia en la atención que a ellas se presta en los libros de texto (Carrascosa 1987, Solbes y Vilches 1992).

2.2.3.B.2. Los contenidos procedimentales

Los contenidos procedimentales están asociados a la utilización de las metodologías utilizadas para la resolución de problemas, bien sean estos de lápiz y papel o problemas prácticos de laboratorio o taller. Así mismo tiene que ver con las técnicas y habilidades de utilización de aparatos, instrumentos y objetos que le son propios.

Un problema es aquella situación para la cual no se conoce bien la solución, aunque está dada en un contexto y existe en cuanto que viene dada por una necesidad cuyo objetivo es satisfacer. Resolver un problema es por tanto encontrar el conjunto de acciones ordenadas en un contexto teórico destinadas a la consecución de un objetivo con unos medios dados (Coll et al 1992). En nuestro caso está asociado a la resolución mediante una metodología científica.

Existen dos tipos de situaciones problemáticas en el medio educativo, los relacionados con problemas de lápiz y papel y las relacionadas con prácticas de laboratorio o taller. Es quizá en la solución de problemas donde se observa mayor dificultad en el aprendizaje de las ciencias experimentales (Vilches, 1993), lo que constituye para los alumnos una fuente de frustración y desmoralización en las diferentes etapas educativas.

2.2.3.B.2.A. Los problemas de lápiz y papel

En el modelo de enseñanza por transmisión verbal no se enseña a resolver problemas, sino a comprender y memorizar soluciones dadas y explicadas por el profesor como ejercicios de aplicación de la teoría (Gil y Martínez, 1983), y es aquí donde el fracaso por transmisión verbal es más evidente, puesto que el grado de

transferencia es mínimo y los alumnos se limitan a “reconocer tipos problemas” o patrones ya resueltos.

La solución de problemas se convierte así en un operativismo mecánico, no reflexivo, de tipo cuantitativo, carente de significado, que no se detiene en clarificar conceptos ni en analizar los resultados, que deja de lado los procesos creativos característicos del trabajo científico que utiliza como patrones los contenidos y procedimientos de la Ciencia, olvidando los problemas abiertos de carácter cualitativo que favorecen el pensamiento productivo (Furió 1994), la construcción de conocimientos y son más coherentes con la actividad científica.

Se olvidan los procesos de análisis, emisión de hipótesis a partir de los conocimientos científicos poseídos, toma de decisiones para enmarcar, precisar y acotar el problema, característicos del método científico.

2.2.3.B.2.B. Las prácticas de laboratorio o taller

En la enseñanza por transmisión verbal las prácticas de laboratorio sólo pueden jugar un papel de comprobación o ilustración de lo anteriormente expuesto por el profesor, siendo a menudo realizadas por propio profesor como experiencia de cátedra (Gil 1993). En la enseñanza de tipo inductivista, en que las experiencias no tienen relación con los contenidos teóricos impartidos, o en las cuales los alumnos tienen que descubrir los conceptos científicos, los alumnos han de limitarse a seguir una serie de pasos cuidadosamente detallados con una estructura tipo “receta”, en las que no existe la mínima posibilidad de emitir hipótesis, diseñar experimentos, o incluso de analizar los resultados, transformándose en un operativismo.

Los errores que se cometen son parecidos a los señalados en los problemas de lápiz y papel, puesto que no se consideran estas actividades como variantes de un mismo proceso de enseñanza, cuyo objetivo es la aproximación del método científico de resolver problemas a los alumnos, mediante el tratamiento de situaciones problemáticas abiertas (Payá 1991, Furió 1994, Gil y Valdés 1996). Se olvida así, la presentación de problemas abiertos de un nivel de dificultad correspondiente a la zona de desarrollo potencial de los estudiantes (Vigotsky 1934), favorecer la reflexión y el análisis

cualitativo, la emisión de hipótesis, la elaboración de diseños y toma de datos, y el análisis detenido de los resultados.

2.2.3.B.3. Los contenidos actitudinales. Consecuencias sobre los alumnos

Los contenidos actitudinales están asociados a intenciones comportamentales y motivaciones, valores, creencias y a intereses en relación a la materia, sus objetos y a la comunidad, tanto escolar como a la sociedad en general (Coll et al 1992). En la enseñanza de las ciencias experimentales y las tecnologías asociadas estarán especialmente relacionadas con valores, creencias e intereses relacionados con las mismas.

En la enseñanza por transmisión verbal se dará una representación de la ciencia y la tecnología alogarítmica, exacta, dogmática, sin relación con los problemas sociales que intento resolver y que motivaron la construcción de conceptos y teorías científicas (Otero 1985). En la enseñanza por descubrimiento o inductivista se dará una imagen empirista y atórica de la ciencia y la tecnología, donde prima la observación y la experimentación, transmitiendo una visión rígida del método científico como una serie de etapas a seguir rígidamente. (Hodson 1992).

Ambas metodologías darán una imagen de crecimiento lineal y acumulativo de las ciencias (Kuhn 1971, Lakatos 1982), producto de genios y personas especialmente dotadas lejos de las posibilidades del alumno medio. No mostrará las influencias e intereses sociales sobre la ciencia y la tecnología, las controversias científicas y tecnológicas, dando una imagen determinista de las mismas (Medina et al 1990), ni mostrarán sus influencias sobre los modos de vida, la organización social y la naturaleza, dando una imagen de la ciencia objetiva y neutral, ocultando su incidencia sobre otros campos culturales y sobre la concepción del mundo, dejando de lado aspectos históricos y sociales (Bernal 1967). La imagen que dará de los científicos será superficial y estereotipada: de personas neutrales, objetivas, desinteresadas, entre los que no existen controversias (Schibechi 1986, Hodson 1988, Gil 1993).

De este modo, los alumnos obtendrán concepciones erróneas sobre la ciencia y la tecnología, las actividades científicas y tecnológicas y de las interacciones que existen entre las mismas, con la sociedad y la naturaleza. La metodología provocará alejamiento, desinterés hacia la ciencia y la tecnología, al verlas poco conectadas con la realidad cotidiana y con sus problemas personales; como algo de difícil comprensión, pero neutral, y que tiene una dinámica interna propia sobre la que es difícil intervenir.

Por otra parte, una enseñanza puramente transmisora de conocimientos no forma a ciudadanos preparados para una democracia responsable, al no hacer a los alumnos competentes en ciencia y tecnología, al no introducir entre sus objetivos y métodos tratar asuntos de las mismas en su contexto, utilizando los conocimientos científicos y tecnológicos en situaciones diversas, que pongan de manifiesto las diversas relaciones, tensiones y acuerdos entre diferentes instancias sociales, científicas, económicas, industriales, etc.,

En relación con lo anterior, no promueve la iniciativa personal y la capacidad de adaptación a situaciones en las que los estudiantes puedan verse a sí mismos en el contexto de sucesos problemáticos y relacionen y valoren los diferentes agentes implicados, promuevan la reflexión y el análisis desde diferentes perspectivas, identificando las claves de las situaciones problemáticas, y tomen decisiones fundamentadas y responsables (Prieto y González, 1998).

2.2.3.C. LA EVALUACIÓN

La evaluación es vista tradicionalmente como la calificación para medir la capacidad y aprovechamiento de los estudiantes, que sirve de base para las promociones y selecciones. En una enseñanza por transmisión, la evaluación va a girar en torno a exámenes centrados en los contenidos. Un caso extremo de visión deformada, acorde con una visión errónea del carácter exacto de las ciencias experimentales, es que evaluar con objetividad y precisión resulta fácil en las materias científicas, debido a la naturaleza misma de la materia a evaluar, sin tener en cuenta que las valoraciones están sometidas a amplísimos márgenes de incertidumbre, limitándose a lo más fácilmente medible para evitar imprecisiones. En otros casos se considera que el fracaso de un

porcentaje significativo de estudiantes es inevitable, dada la dificultad de este tipo de materias, pues no está al alcance de todo el mundo (Gil et al 1991, Alonso et al. 1992).

Consecuencia de lo anterior, es que no se plantea que ayudas precisa cada alumno para seguir avanzando y alcanzar los logros deseados, lo que implica un seguimiento atento y una realimentación constante que reoriente e impulse la tarea, e incida en la enseñanza y aprendizajes, contribuyendo a mejorarlas. Por otra parte, los mismos prejuicios y expectativas de los profesores influyen sobre los resultados de los alumnos al crear expectativas negativas y falta de confianza en el éxito (Beltrán et al. 1987). Del mismo modo, se deja de lado la evaluación de aspectos importantes del trabajo científico, como los análisis cualitativos y la invención de hipótesis con las que se abordan situaciones problemáticas, con lo cual deja de ser importante para los alumnos al no ser evaluados (Alonso, Gil y Martínez-Torregrosa 1996).

2.2.4. El medio escolar

Nos referimos aquí a las características individuales de los centros de enseñanza y la comunidad que lo constituyen, como pueden ser (Rivas 1986, Vilches 1993, Solbes y Vilches 1992): el tipo de enseñanzas impartidas y el tipo de titulaciones y estudios a los que dan acceso; el clima en el centro; el tipo de expectativas que el profesorado tiene sobre sí mismo, los alumnos y la propia institución escolar; los objetivos compartidos por los profesores; las expectativas de los alumnos y el tiempo que éstos están implicados activamente en tareas de aprendizaje, el tipo de motivación (intrínseca o extrínseca) que poseen (Beltrán et al. 1987), su autonomía para aprender a aprender y la posibilidad de estudiar en el periodo extraescolar; las instalaciones y medios del propio centro, etc.

2.2.5. Resultados de investigaciones sobre actitudes de los alumnos con el tratamiento didáctico de las interacciones CTS

Nos referiremos brevemente a algunos de los trabajos de investigación realizados en nuestro país que han intentado verificar, con nuestros alumnos, los resultados obtenidos por otros investigadores.

Solbes y Vilches (1989) realizando un análisis de libros de texto de física y química para alumnos de enseñanza media de 15 a 18 años, pertenecientes a secundaria, BUP y COU, encontraron que en su mayoría se ofrecía una imagen de la ciencia empirista y operativa, acumulativa, que no consideraba el carácter colectivo de la ciencia, que no trataban las ideas previas de los alumnos ni consideraban aspectos cualitativos de tipo histórico, tecnológico, sociológico, etc., ni se les ponía en posición de valorar y tomar decisiones, aspectos todos ellos que podrían ser tratados didácticamente con las interacciones CTS, y hacer más interesante y motivador el aprendizaje de las ciencias, tal como han demostrado Penich y Yager (1986).

Los mismos autores (1992, 1997), realizando un análisis sobre el interés y la imagen que alumnos de 15 a 17 años tenían sobre las ciencias físico-químicas y los científicos, pusieron de manifiesto la poca motivación que mostraban por el estudio de las mismas, señalando los propios alumnos como causa la poca conexión que tenían con la realidad. La imagen que tenían de dichas ciencias era, consecuentemente, alejada del mundo cotidiano. Desconocían sus implicaciones tecnológicas, culturales, económicas y sociales, el desarrollo e historia de la ciencia en sus rasgos fundamentales, y sus implicaciones medioambientales. Encontraron que en algunos alumnos existía una visión negativa de la ciencia y un rechazo a su estudio. Estos resultados eran acordes con otras investigaciones similares (Schibechi 1984 y 1986, Aikenhead 1987, Boyer y Tiberghien 1989, Ryan 1990).

En cursos de didáctica de las ciencias con profesores sobre interacciones CTS (Solbes y Vilches 1995) muestran que un porcentaje elevado de los mismos, al iniciar el curso, muestran errores habituales sobre el carácter de la ciencia y el trabajo científico

ya señalados anteriormente e ignoran las interacciones CTS. Al finalizar el curso piensan que el papel que puede jugar el tratamiento didáctico de las relaciones CTS puede ser importante para los alumnos como elemento motivador, de mejora de las actitudes hacia su aprendizaje, mejorar la imagen de la ciencia, conectarla con la vida cotidiana y permitir la reflexión y el análisis crítico.

Vilches (1992), realizando una investigación con profesores y alumnos de bachillerato y los libros de texto que utilizan en las ciencias físico-químicas, llega a los mismos resultados comentados anteriormente. La misma autora confeccionando materiales para el tratamiento de las interacciones CTS en actividades de clase, y comparándolo con otros grupos en los que no se trataron dichas interacciones, encontró diferencias significativas: mejora de la imagen de la ciencia, disminuye la imagen tóxica de los científicos, conocen más implicaciones tecnológicas, sociales y ambientales, son más capaces de realizar valoraciones críticas y estas son más positivas al ver más ventajas que inconvenientes, y las actitudes frente al aprendizaje aumentan, citando como un elemento motivador el tratamiento de las interacciones CTS.

Acevedo (1993) realizando un análisis de las concepciones de los alumnos de bachillerato sobre la ciencia y el trabajo científico obtiene los siguientes resultados: imagen neutral de la ciencia, estereotipos sobre los científicos, valoración positiva del trabajo científico, señalan la escasa comprensión de la ciencia por el público, y capacidad de la ciencia y la tecnología para resolver problemas.

2.2.6. ASPECTOS QUE PUEDEN SER TRATADOS CON LAS INTERACCIONES CTS

Desde una perspectiva amplia de las interacciones entre ciencia, tecnología, sociedad y naturaleza, se pueden considerar un conjunto de aspectos muy variados que pueden contribuir a la didáctica de las ciencias experimentales y las tecnologías asociadas y aumentar el interés de los alumnos hacia las mismas (Gil 1993), aspectos que pueden ser enriquecidos si se adopta un punto de visión histórico (Solomon 1995, Solbes 1996). Entre estos aspectos se pueden considerar:

1. Influencias de la ciencia y la tecnología sobre la sociedad. Trata aspectos relacionados con cambios en la sociedad cuando ésta adopta una determinada tecnología o unos determinados paradigmas científicos, pues la ciencia y la tecnología en sí mismos son tan sólo instrumentos utilizados por la sociedad. Se pueden estudiar aspectos tan diversos como cambios tecnológicos e influencias en los modos de producción, modos de vida, cambios culturales (políticos, filosóficos, artísticos, etc.) producidos por cambios y progresos en paradigmas científicos (Khun 1957, Bernal 1967), las fuentes energéticas y los recursos naturales explotados relacionadas con tecnologías adoptadas en una sociedad , tecnologías adoptadas en relación a la higiene y la salud y sus consecuencias sobre el bienestar y crecimiento de la población (Aikenhead 1985), el armamento y los modos de hacer la guerra, las comunicaciones, el ocio, la construcción de edificios, etc.
2. Influencias de la sociedad sobre el desarrollo y evolución de la ciencia y la tecnología. Estudia aspectos sociales (a través de grupos de influencia) que pesan sobre la investigación científica y el desarrollo de prototipos, la aplicación industrial, tales como la paralización, reorientación y financiación de investigaciones o desarrollos tecnológicos (Jiménez y Otero 1990). Se puede tratar como influye el modelo, las ideas y el sistema económico, el sistema y organización industrial, el sistema militar, el sistema y organización política, y el sistema cultural sobre los paradigmas teóricos y filosóficos de la sociedad (Kuhn 1957; Galbraith 1967, 1979, 1983).
3. Influencias de la sociedad, la ciencia y la tecnología sobre la naturaleza. Se refiere a las influencias a las que la naturaleza se ve sometida por la sociedad a través de las ciencias y las tecnologías adoptadas (Hodson 1992, George 1972). Se pueden tratar aspectos tan relevantes como la utilización de recursos biológicos y materias primas y su procesamiento, la contaminación ambiental, la alteración de ecosistemas, influencias de la densidad de población sobre el medio ambiente, etc. Así mismo se puede estudiar la influencia inversa de la naturaleza sobre la sociedad, es decir, como cambios

provocados sobre la naturaleza, o desastres naturales, influyen sobre las visiones y actitudes sociales, provocando a su vez cambios en la ciencia y la tecnología (Sanmartín et al 1992).

4. Relaciones entre ciencia y la tecnología: Transformación de las técnicas preteóricas en tecnologías por aplicación del conocimiento y metodología científica (Gil 1994 b), generación de tecnologías a partir del conocimiento científico de los procesos naturales, generación de conocimiento científico a partir de investigaciones y desarrollos tecnológicos (Basalla 1988, Galbraith 1967).

CAPITULO 3

DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

3. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

3.1. OPERATIVIZACIÓN DE LA HIPÓTESIS

En el capítulo anterior hemos intentado fundamentar la hipótesis objeto de la investigación, para ello expusimos la percepción y la filosofía que subyace en la enseñanza habitual sobre el trabajo científico y la tecnología, la imagen de los científicos y científicas, las probables causas de la ausencia del tratamiento de las relaciones CTS en la enseñanza, y las consecuencias que pensamos tiene todo ello en las concepciones de los alumnos.

Recordando la hipótesis inicial, aseverábamos que **la enseñanza de la ciencia experimental (electromagnetismo) y de la tecnología asociada (electrotecnia) proporciona una imagen deformada de sí misma, como algo neutral, aislado de su contexto social, predominantemente teórica y cuantitativa, que se limita a la aplicación mecánica de formulas, que ignora su conexión con el mundo circundante, y sus implicaciones con el entorno natural y social.**

Consecuentemente, los alumnos tendrán una visión deformada de la ciencia y de la tecnología, descontextualizada del medio natural y social y, posiblemente, pueda ser una de las causas de falta de interés, rechazo y actitudes negativas hacia su estudio y aprendizaje.

Esa imagen de la ciencia y la tecnología que se transmite se mostrará en los diferentes factores o agentes que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje, es decir, libros de texto, alumnos y profesores. Siendo más concretos:

1. En los libros de texto, principales transmisores culturales en el medio educativo, se prestará escasa atención a las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y la naturaleza.
2. Estos enfoques repercutirán, lógicamente, en las concepciones que los alumnos se forjan sobre dichas relaciones, mostrando la misma imagen distorsionada de las relaciones entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y la naturaleza. Consecuentemente la visión de la ciencia y la tecnología será descontextualizada, acrítica y producirá una visión determinista del complejo científicotecnológico.
3. Del mismo modo, los profesores, como productores de los libros y utilizándolos como guías en los procesos de enseñanza-aprendizaje, tendrán unas concepciones similares a la de los alumnos. Posiblemente, no se tenga en cuenta que el tratamiento de las relaciones entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y la naturaleza sea una fuente de interés para los alumnos.

En este trabajo trataremos los dos primeros factores, libros de textos y alumnos, en cuanto a profesores pueden consultarse investigaciones que demuestran dicha hipótesis (Open University 1979, Vilches 1993, Solbes 1995). A continuación pasamos a tratar por separado cada uno de los dos primeros factores, concretando nuestra hipótesis principal en diferentes aspectos que puedan ser verificables con un detenido análisis. Así se derivarán hipótesis secundarias, o subhipótesis, de la hipótesis principal, o de partida, que serán verificables con mayor facilidad mediante un adecuado diseño experimental.

3.1.1. Análisis de textos

HIPÓTESIS: Los textos dedicados a las enseñanzas de formación profesional en el módulo de electrotecnia ofrecen una imagen de la ciencia y la tecnología predominantemente cuantitativa y formalista, ignorando aspectos cualitativos como las

complejas relaciones entre ciencia, tecnología y el medio social y natural en que están inmersas.

Concretando dicha hipótesis, con relación a aspectos de las interacciones CTS asociada a ella que esperamos no serán tratados por los libros de texto, en primer lugar no se tratarán las preconcepciones de los alumnos sobre la ciencia y la tecnología, por ejemplo el mito de la objetividad y neutralidad de los científicos y científicas, o igualmente la neutralidad de la ciencia y la tecnología, la estrecha relación entre ambas, etc. Consecuentemente, no intentarán modificarlas y no se tratarán:

1. Razones y problemas mundanos que están en la raíz y origen de las investigaciones científicas e innovaciones tecnológicas, rompiendo los mitos y tópicos sobre la neutralidad de la ciencia y la tecnología.
2. Que la ciencia y la tecnología son una obra colectiva, cuyos resultados son el esfuerzo de equipos de investigadores, y sirven de base a otras investigaciones posteriores. No dando una visión individualista de la construcción de las mismas, como obra de genios, descubridores o inventores, desinteresados y neutrales, desapasionados o fríos.
3. El carácter problemático de las investigaciones científicas, el valor de las teorías y de las hipótesis en las investigaciones para realizar descubrimientos. Da una imagen real de sus métodos, no como una búsqueda de datos de tipo empirista a partir de los cuales se inducen consecuencias.
4. Considerar las estrechas relaciones entre ciencia y tecnología, olvidando la complejidad de los sistemas de investigación y desarrollo en el entramado económico e industrial, como medio de resolver problemas, satisfaciendo demandas o cumpliendo expectativas sociales. Mostrar como la necesidad de desarrollos tecnológicos, mejoras o inventos, posibilitan desarrollos y científicos, o como la tecnología no sería posible sin el conocimiento y metodología científica.

5. Poner de manifiesto las profundas relaciones de la ciencia y la tecnología con el entorno social, que pongan en evidencia los problemas solucionados y creados por el uso de las ciencias y tecnologías asociadas, tales como:
 - La empresa vital que representan la ciencia y la tecnología al intentar satisfacer necesidades y resolver problemas planteados al hombre, especialmente aquellos relacionados con las necesidades fundamentales de la humanidad (vestido, cobijo, alimentación, higiene, salud, ocio, etc.).
 - Influencias que el medio social (grupos, instituciones y situaciones) ha ejercido sobre la selección y evolución científicotecnológica: necesidades, demandas e intereses sociales, políticos, económicos e industriales.
 - Las profundas transformaciones que han introducido las ciencias y las innovaciones científicotecnológicas (aparatos y sistemas) en el medio social, una complejidad creciente en los usos y costumbres (formas de vida) de la sociedad, que se han transformado en mediadores y conformadores de la actividad humana. Los profundos cambios sociales, culturales y de los modos de producción y comercio que han provocado en su corto período de existencia.

6. Tratar el papel que la ciencia y la tecnología han tenido y tienen en la explotación, modificación y preservación del medio natural, en su papel mediador para solucionar problemas y satisfacer necesidades humanas, tales como:
 - Explotación y agotamiento de recursos (especies animales y vegetales, etc.); contaminación atmosférica (humos, lluvia ácida, destrucción de la ozonfera...); acuática (desechos sólidos, productos químicos, desecación de lagos, etc.) y terrestre (basuras, chatarras, residuos...); destrucción del medio ambiente (tala de árboles, roturación de tierras,

construcciones, etc.); cambio climático (desertización, cambio de temperaturas medias...).

- Medios y métodos para tratar problemas relacionados con la contaminación y destrucción ambiental; utilización de energías alternativas, tratamiento de residuos sólidos, líquidos y gaseosos, reforestación, etc.
- Superpoblación y los problemas concomitantes: más producción industrial, explotación de tierras y recursos, polarización de pobreza y riqueza, etc. (Galbraith 1983).

7. Mostrar el papel que la ciencia y la tecnología han jugado en la historia de la humanidad. El interés del tratamiento histórico reside en que puede servir, en primer lugar, de hilo conductor en la reconstrucción de los conocimientos científicos y tecnológicos del alumnado (Gil 1993), entender las razones de la evolución científicotecnológica con la construcción de teorías y artefactos o sistemas tecnológicos, las crisis científicas, la desaparición de técnicas poseídas por civilizaciones antiguas, etc. En segundo lugar, puede mostrar el carácter colectivo de la ciencia y la tecnología (Gil 1983), y el papel que juegan las organizaciones industriales y económicas (Galbraith 1967). En tercer lugar, la influencia que la ciencia y la tecnología han tenido sobre las ideas filosóficas, políticas, y económicas, etc. (Sanmartín et al. 1992).
8. Contribuir a la formación integral de los alumnos como futuros ciudadanos. Pues no los prepara para las discusiones constructivas, intercambio y comprensión de puntos de vista distintos a los personales, la valoración crítica que juzgue aspectos y repercusiones positivas y negativas, y favorezca la toma de decisiones al sopesar ventajas e inconvenientes en los problemas de las interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad, que como ciudadano responsable tendrá que asumir (Aikenhead 1985, Solbes y Vilches 1992).

3.1.2. Análisis de las concepciones de los alumnos

HIPÓTESIS: La ausencia del tratamiento de las relaciones CTS en la enseñanza probablemente produzca en los alumnos una imagen deformada de dichas interacciones y una actitud negativa en algún sentido hacia el estudio de las mismas, más específicamente:

1. Tendrán una visión de las ciencias muy teórica y alejada de los problemas del mundo práctico y la vida real, lo que se mostrará en actitudes negativas hacia la misma.
2. Tendrán una visión de la tecnología muy teórica y alejada del mundo práctico y la vida real, lo que se mostrará en actitudes negativas hacia la misma.
3. Tendrán una visión deformada de la ciencia y la tecnología, como obra individual de genios e inventores, de personas neutrales y desinteresadas, no como una obra colectiva que exige grandes recursos y organización, y que depende de desarrollos históricos anteriores.
4. Desconocerán las influencias de los grupos sociales sobre el desarrollo y evolución de la ciencia y la tecnología, no valorando la participación e influencia de las organizaciones sociales y del trabajo colectivo. Desconocerán las situaciones históricas concretas en que se desarrollaron.
5. Consecuentemente tendrán una visión acrítica de la ciencia y la tecnología, no realizando valoraciones a los problemas que ha resuelto y los que ha generado (ventajas y desventajas) en el medio natural y social.

3. 2. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA CONTRASTAR LA HIPOTESIS

Para este tipo de trabajos se considera que el número estadísticamente significativo de individuos a encuestar es como mínimo de 30 a 50 (Open University 1979). Es importante para este tamaño de muestra abordar el problema desde diferentes perspectivas, y contrastar los resultados con trabajos semejantes realizados por otros investigadores.

3.2.1. Cuestionario para el análisis de textos y criterios de valoración

3.2.1.A. CUESTIONES Y SUBHIPÓTESIS RELACIONADAS CON TEXTOS

Para comprobar las subhipótesis emitidas sobre los libros de texto (Apdo. 3.1.1), en conexión con la hipótesis principal, es decir, aspectos de las interacciones CTS que se supone no tratarán, confeccionamos un cuestionario a aplicar a cada uno de los libros de texto (CUESTIONARIO DE TEXTOS I), formado por diez cuestiones que se presentan en la página siguiente.

Cada cuestión trata de verificar si se plantean actividades relacionadas con dichos aspectos, aunque algunas de ellas pueden tratar más de uno a la vez. En la tabla adjunta (Tabla 3.1) se relacionan las cuestiones con las subhipótesis emitidas:

CUESTIONARIO DE TEXTOS I

Autor
Título
Año
Editorial
Ciudad

1. Pretende sacar a la luz las preconcepciones previas de los alumnos sobre ciencia y tecnología.
2. No aparecen tópicos habituales sobre los científicos/as e inventores/as: aspectos biográficos o simples anécdotas, sino que se contextualizan sus aportaciones
3. Existen actividades de taller o laboratorio que se plantean de modo problemático, simulando el modo en que trabajan los científicos y científicas.
4. Aparece la ciencia y la tecnología como un medio de resolver problemas que a su vez pueden generar, en algunas ocasiones, problemas secundarios, deseados o no.
5. Presenta el papel de la ciencia y la tecnología en la modificación y preservación del medio natural.
6. Muestra el papel que la ciencia y la tecnología han jugado en la historia, la evolución de la cultura humana, las ideas y modos de vida.
7. Muestra el papel que el medio social con sus problemas y necesidades han ejercido sobre la evolución de la ciencia y la tecnología.
8. Trata aplicaciones de la ciencia y la tecnología en la industria o en la vida cotidiana a través de ejemplos o problemas.
9. Aparece la ciencia y la tecnología como fruto del trabajo colectivo de generaciones de investigadores, marcado a veces por controversias, y no como obra individual de genios o inventores.
10. Contribuye a la valoración crítica, la toma de decisiones, y en definitiva a la formación de futuros ciudadanos.
11. Existen actividades de implicación con el exterior.

Tabla 3-1. Relación entre cuestiones y subhipótesis en el cuestionario de textos I.

Cuestión	Subhipótesis relacionadas	Aspecto que trata
1	1	Saca a la luz preconcepciones de los alumnos
2	2	Ciencia y tecnología como obra colectiva
	4	Relaciones entre ciencia y tecnología
	5	Modificación y preservación del medio ambiente
3	3	Actividades de taller o laboratorio de carácter problemático
4	5	Relaciones de la ciencia y la tecnología con el entorno social
	6	Relaciones de la ciencia y la tecnología con el entorno natural
	7	Papel de la ciencia y la tecnología en la historia de la humanidad
5	6	Modificación y preservación del medio natural
6	5	Relaciones de la ciencia y la tecnología con el entorno social
	7	Papel que la ciencia y la tecnología en la historia humana
7	2	Ciencia y tecnología como obra colectiva
	4	Relaciones entre ciencia y tecnología
	5	Relaciones de la ciencia y la tecnología con el entorno social
	7	Papel de la ciencia y la tecnología en la historia de la humanidad
8	2	Ciencia y tecnología como obra colectiva
	4	Relaciones entre ciencia y tecnología
	5	Relaciones de la ciencia y la tecnología con el entorno social
	7	Papel de la ciencia y la tecnología en la historia de la humanidad
	8	Valoración crítica y toma de decisiones
9	2	Ciencia y tecnología como obra colectiva
	4	Relaciones entre ciencia y tecnología
	5	Relaciones de la ciencia y la tecnología con el entorno social
10	3	Actividades de taller o laboratorio de carácter problemático
	7	Papel de la ciencia y la tecnología en la historia de la humanidad
	8	Valoración crítica y toma de decisiones
11	4	Relaciones entre ciencia y tecnología
	5	Relaciones de la ciencia y la tecnología con el entorno social
	6	Relaciones de la ciencia y la tecnología con el entorno natural

.2.1.B. CRITERIOS DE VALORACIÓN

Se trata de verificar si, para cada una de las cuestiones, se introduce alguna actividad que trate los aspectos considerados: en apartados, párrafos, ejercicios, lecturas, actividades complementarias, etc. Consideramos contraria a nuestra hipótesis la existencia, incluso, de breves reseñas. En las cuestiones 5 y 6 (papel de la ciencia, la tecnología y el medio social) no se consideran las simples referencias cronológico-biográficas, que son datos de tipo internalista que suponen una visión individualista (cuestión 2) de la ciencia y la tecnología.

Para la cuantificación se trata de comprobar el porcentaje de libros de texto que incluyen en sus páginas las actividades mencionadas, para ello consideramos el número de capítulos en que aparecen actividades en las que se introduce el aspecto considerado (según el criterio anterior), respecto al número total de capítulos que contienen los textos, expresando el resultado en porcentaje (frecuencia relativa de tratamiento) sobre el total de los libros de texto analizados:

$$\text{Cuantificación} = \text{N}^\circ \text{ capítulos aparece actividad} / \text{N}^\circ \text{ capítulos libros}$$

En las páginas siguientes se muestran el cuestionario a aplicar a los textos (Cuestionario de Textos I), la tabla de toma de datos para anotar los resultados de cada uno de los textos (Tabla 3.2), y otra tabla de anotación de datos globales aplicable al conjunto del análisis de los libros (Tabla 3.3) para obtener los cuantificadores finales del conjunto de los libros.

Tabla 3-2. Recogida de datos en el análisis de textos según el cuestionario para textos I..

TABLA DE RECOGIDA DE DATOS POR LIBRO				
Autor		Año		
Título		Nº Capítulos		
Curso		Editorial		
Aspecto		Capítulos en los que aparece	Total	%
1. Trata preconcepciones				
2. Contextualiza aportaciones				
3. Prácticas de carácter problemático				
4. CT como solución/generación problemas				
5. CT modificación/preservación ambiente				
6. CT en evolución cultural				
7. Papel social en la CT				
8. Muestra ejemplos de CT en la industria				
9. Si normativas muestra ejemplos				
10. CT fruto trabajo colectivo				
11. Valoración crítica, toma de decisiones				
12. Actividades en el contexto exterior				

Tabla 3-3. Tabla global de datos recogidos sobre análisis de textos según cuestionario de textos I.

TABLA GLOBAL DE DATOS RECOGIDOS. ESTADISTICAS													
	Nº capítulos en que se trata el aspecto												Nº capítulos Libro
Aspecto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Libro													
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
Total capítulos													
Frecuencia relativa													

3.2.2. Cuestionario para el análisis de las concepciones de los alumnos

Pasamos a continuación a intentar verificar las subhipótesis (Apdo. 3.1.2), emitidas en relación a las concepciones y actitudes de los alumnos, y analizar cual puede ser el origen de las mismas.

3.2.2.A. CUESTIONES Y SUBHIPÓTESIS RELACIONADAS CON LAS CONCEPCIONES Y ACTITUDES DE LOS ALUMNOS

3.2.2.A.1. Cuestionario

Para comprobar las subhipótesis emitidas sobre las concepciones de los alumnos (Apdo. 3.1.2), en conexión con la hipótesis principal, es decir, concepciones erróneas sobre aspectos de las interacciones CTS, y que a su vez serán transmitidas por los libros, por los profesores y por los medios de comunicación, confeccionamos un cuestionario a formalizar por los alumnos (CUESTIONARIO DE ALUMNOS I), formado por diez cuestiones que se pueden ver en la página siguiente.

Cada cuestión trata de verificar alguno de los aspectos mencionados con relación a las concepciones erróneas de los alumnos, aunque algunas de ellas pueden estar relacionadas con más de uno a la vez. En la tabla siguiente (Tabla 3.4) se relacionan las cuestiones con las subhipótesis emitidas:

CUESTIONARIO DE ALUMNOS I

1. Escribe cinco palabras que expresen para ti lo que son las ciencias físico-químicas.

.....
.....
.....
.....
.....

2. Define según tu criterio lo que es una ciencia físico-química.

.....
.....

3. Escribe cinco palabras que expresen para ti lo que es la tecnología.

.....
.....
.....
.....
.....

4. Define según tu criterio lo que es la tecnología.

.....
.....

5. Explica brevemente lo que es para ti un buen científico o científica.

.....
.....

6. Indica de qué factores dependerá, según tu criterio, el desarrollo científico y tecnológico.

.....
.....

7. Indica tres o más ejemplos de influencias de la sociedad a lo largo de la historia (políticas, económicas, etc.) en el desarrollo de la ciencia y la tecnología.

.....
.....
.....

8. Trata de valorar breve y críticamente, sopesando ventajas e inconvenientes, el papel jugado por la ciencia y la tecnología en la vida de los hombres y mujeres.

.....
.....
.....

9. Indica si crees que personalmente puedes tener alguna influencia, y cómo se llevaría a cabo ésta, o por qué no, sobre el desarrollo y evolución de la ciencia y la tecnología.

.....
.....
.....

Tabla 3-4. Relación entre cuestiones y subhipótesis en el cuestionario para alumnos I.

Cuestión	Subhipótesis	Aspecto
1	1	Visión teórica de la ciencia, alejada de la vida real y el mundo práctico.
2		
3	2	Visión de la tecnología teórica, alejada de la vida real y el mundo práctico.
4		
5	3	Ciencia y tecnología como obra individual y no colectiva
6	3	Ciencia y tecnología como obra individual y no colectiva
	4	Influencia de los grupos sociales sobre la ciencia y la tecnología
7	4	Influencia de los grupos sociales sobre la ciencia y la tecnología
8	4	Influencia de los grupos sociales sobre la ciencia y la tecnología
	5	Visión acrítica de la ciencia y la tecnología
9	4	Influencia de los grupos sociales sobre la ciencia y la tecnología
	5	Visión acrítica de la ciencia y la tecnología

3.2.2.A.2. Criterios de valoración

Para la valoración de las respuestas a las cuestiones planteadas a los alumnos, primero haremos un análisis de tipo cualitativo, para ello clasificamos las respuestas por categorías asociadas a conceptos generales que engloben a una clase amplia de otros, con los cuales guardan alguna relación o analogía. La categorización de las respuestas a cada una de las cuestiones se ha hecho en base al análisis de las respuestas dadas por los alumnos a un cuestionario de prueba.

Posteriormente, hacemos una valoración cuantitativa de las respuestas por categorías. Para ello determinaremos la frecuencia relativa de aparición de respuestas de cada categoría respecto al número total de encuestados. Debemos señalar que un encuestado puede, en una cuestión, dar respuestas pertenecientes a una sola categoría o a varias de ellas.

$$\text{Cuantificación} = \text{N}^\circ \text{ respuestas en una categoría} / \text{N}^\circ \text{ encuestados}$$

Para verificar el grado de significatividad de cada categoría haremos una cuantificación de la frecuencia de cada categoría respecto al número de respuestas total:

$$\text{Frecuencia categoría} = \text{N}^\circ \text{ respuestas de una categoría} / \text{N}^\circ \text{ respuestas}$$

A continuación hacemos una relación de las cuestiones planteadas junto con los criterios de categorización para cada una de las respuestas.

Cuestión 1: Escribe cinco palabras que expresen para ti lo que son las ciencias físico-químicas.

Criterio de categorización: Las respuestas las clasificamos en los siguientes grupos asociados a:

- Visiones negativas: Palabras como suspensos, intransigente, aburrido, tostón, etc., o cuando aparecen solas o repetidas palabras como fórmulas, calculadora, exacto, etc.
- Conceptos (leyes, principios, teorías, hipótesis, etc.).

- Procedimientos (laboratorio y sus elementos, medida, experimentos, etc.).
- Tecnología (aplicaciones en la vida cotidiana, máquinas, medicina, inventos, etc.)
- Actitudinales (hacen referencia al hombre, científicos, valores humanos, adjetivos como interesante, superación, sorpresivo, ingenioso, etc.; tiempo, interés, libertad, enseñanza, comprensión, etc.).
- Investigación, desarrollo, descubrimiento.
- No sabe o no contesta.

Cuestión 2: Define según tu criterio lo que es una ciencia físico-química.

Criterio de categorización: Las respuestas las categorizamos en los siguientes grupos asociadas a: Estudio, búsqueda de explicación (causas, misterios, investigación, razones, descubrimientos, etc.), aplicaciones (máquinas, sistemas, desarrollo, tecnología, etc.), y actitudinales (humana, avance, aventura, etc.), no sabe o no contesta.

Cuestión 3: Escribe cinco palabras que expresen para ti lo que es la tecnología.

Criterio de categorización: Hacemos una categorización de respuestas similar a la cuestión 1:

- Visiones negativas: Palabras como suspensos, intransigente, aburrido, tostón, etc., o cuando aparecen solas o repetidas palabras como fórmulas, exacto, calculadora, exacto.
- Conceptos (leyes, principios, teorías, hipótesis, etc.).
- Procedimientos (laboratorio y sus elementos, medida, experimentos, etc.).
- Aplicaciones a la vida cotidiana (ciencia aplicada, máquinas, sistemas, etc.).
- Actitudinales (hacen referencia al hombre, científicos, valores humanos, adjetivos como interesante, superación, sorpresivo, etc.; tiempo, interés, libertad, ingenioso, enseñanza comprensión, etc.).
- Ciencia
- Investigación, desarrollo, descubrimiento.
- No sabe o no contesta.

Cuestión 4: Define según tu criterio lo que es la tecnología.

Criterio de categorización: Las respuestas las clasificamos en cuatro grupos asociadas a: Estudio, teoría (descripción, explicación, etc.), ciencia, aplicaciones (ciencia aplicada, máquinas, sistemas, etc.), actitudinales (humana, avance, aventura, etc.), no sabe o no contesta.

Cuestión 5: Explica para ti lo qué es un buen científico.

Criterio de categorización: La categorización es más compleja, las respuestas van a tener mayor dispersión debido a la misma riqueza en la diversidad de imágenes que los alumnos tienen de los científicos: Resuelve problemas, investiga (se hace preguntas, experimenta, plantea hipótesis, desarrolla teorías, descubre, etc.), mejora la vida, realiza inventos (desarrolla o mejora cosas, etc.), estudioso (conocedor, sabedor), genio, recopila datos, neutral, desinteresado, trabajador, no sabe o no contesta.

Cuestión 6: Indica de qué factores dependerá, según tu criterio, el desarrollo científico y tecnológico.

Criterio de categorización: Hacemos la siguiente clasificación: Económicos (dinero, comercio, inversiones, etc.), gubernamentales (políticas, subvenciones, etc.), demandas sociales (motivaciones, necesidades e intereses sociales, etc.), investigación, industria, ilustración y cultura, libre pensamiento y democracia, estudios, medios, históricos, no sabe o no contesta.

Cuestión 7: Indica tres o más ejemplos de influencias de la sociedad (políticas, económicas, etc.) a lo largo de la historia en el desarrollo de la ciencia y la tecnología.

Criterio de categorización: La clasificación de respuestas que haremos será la siguiente: Respuesta a problemas (actuales o pasados), personajes, necesidades e intereses, ambiente social (democracia, dictadura, libertad religiosa, etc.), guerra, productos o ventajas sociales (comunicaciones, salud, etc.), ambiente económico (dinero, comercio, etc.), políticas gubernamentales y subvenciones, no sabe o no contesta.

Cuestión 8: Trata de valorar breve y críticamente, sopesando ventajas e inconvenientes, el papel jugado por la ciencia y la tecnología en la vida de los hombres y mujeres.

Criterio de categorización: Entre las valoraciones positivas la clasificación que haremos será la siguiente: nivel de vida (mejora, comodidad, menor esfuerzo, bienestar, etc.), salud, comunicaciones, cultura, futuro. La clasificación que haremos entre las valoraciones negativas será: guerra y armas, deshumanización, contaminación y destrucción ambiental, estudio, intereses económicos, si no hay valores éticos, no sabe o no contesta.

Cuestión 9: Indica si crees que personalmente puedes tener alguna influencia, y cómo se llevaría a cabo ésta o por qué no, sobre el desarrollo y evolución de la ciencia y la tecnología.

Criterios de Categorización: Haremos la siguiente clasificación: Si fuese un personaje importante (político, científico, industrial, etc.), mediante el estudio, ejerciendo como buen profesional en la vida laboral, desarrollando (inventando, descubriendo, mejorando), participando en organizaciones sociales, como consumidor, con el pago de impuestos, no, no sabe o no contesta.

En la página siguiente se muestra la tabla de toma de datos (Tabla 3.5) confeccionada para anotar las respuestas de los alumnos por las categorías señaladas.

También podemos hacer un análisis cualitativo de las cuestiones 1 y 3 sobre el tipo de visiones negativas que tienen los alumnos, que se corresponden en algunos casos con la transmisión de visiones deformadas sobre la ciencia y el trabajo científico. En el cuadro siguiente (Tabla 3-5) se muestra su categorización en base a respuestas dadas por los alumnos al pasarles el cuestionario:

Tabla 3-5. Visiones deformadas o negativas sobre las ciencias físico-químicas y la tecnología.

Visiones negativas	Exactitud, formulas	Tostón, aburrido	Difícil
Física-Química			
Tecnología			

Tabla 3-5. Análisis del cuestionario de los alumnos I

1. Palabras relacionadas con la física y la química.

--	Conceptos	Procedimientos	Tecnología	Actitudinales	Invest. Desarrollo, descubrimiento	NS/NC

2. Definición de ciencia físico-química.

Estudio	Búsqueda de explicaciones	Aplicaciones	NS/NC

3. Palabras relacionadas con la tecnología.

--	Conceptos	Procedimientos	Aplicación,	Actitudinales	Ciencia	Invest.desarrollo, descubrimiento	NS/NC

4. Definición de tecnología.

Estudio	Teoría	Ciencia	Aplicaciones	NS/NC

5. Definición de un buen científico.

Resuelve problemas		Recopila datos	
Investiga, des .hip. y teorías, descubre		Neutral	
Mejora la vida		Desinteresado	
Inventa, desarrolla		Realiza trabajo	
Estudioso, conocedor, sabedor de...		Trabaja en grupo	
Genio		NS/NC	

6. Factores del desarrollo científico y tecnológico.

Económicos		Ilustración, cultura, creencias	
Políticos y gubernamentales		Libre pensamiento, democracia	
Demandas sociales, motiv.		Estudios	
Investigación		Medios	
Industria		Históricos	
		NS/NC	

7. Ejemplos de influencias de la sociedad.

Respuesta a problemas históricos		Ambiente social: dictadura, democracia, libertad religiosa		Ambiente económico	
Personajes		Guerra		Subvenciones gub.	
Necesidad, interés		Productos o ventajas sociales		NS/NC	

+ 8. Valoración de la ciencia y tecnología (ventajas e inconvenientes) --

Nivel de vida		Armas, guerra	
Salud		Deshumanización	
Comunicaciones		Contaminación	
Cultura		Estudiar	
Es el futuro		Interés económico	
NS/NC		Si no hay ética	

9. Influencias personales sobre la ciencia y la tecnología.

Si fuese político		Como consumidor	
Estudio		Impuestos	
Buen profesional, vida laboral		No	
Inventando, desarrollando		NS/NC	
Participación en organizaciones			

10. Análisis de visiones deformadas o negativas (cuestiones 1 y 3)

Visiones negativas	Exactitud, formulas	Tostón, aburrido	Difícil
Física-Química			
Tecnología			

3.2.2.B. ORIGEN DE LAS CONCEPCIONES DE LOS ALUMNOS

Como ya comentamos anteriormente, las concepciones de los alumnos sobre las interacciones entre ciencia, tecnología, sociedad y naturaleza no son debidas exclusivamente al sistema educativo. El alumno vive en un contexto social y cultural en donde existen unos medios de transmisión culturales que influirán de algún modo en esas concepciones.

Entre estos medios de transmisión cultural debemos destacar los programas de televisión, artículos de revistas y diarios, libros de divulgación, literatura relacionada con el tema (tales como los libros de ciencia-ficción, etc.) y el cine. En cuanto al medio social hay que mencionar a profesores, familiares, y amigos.

En la página siguiente se muestra el cuestionario con el que se intenta determinar de donde provienen las concepciones de los alumnos (CUESTIONARIO DE ALUMNOS II). El criterio de valoración se realizará con relación a la frecuencia relativa que presentan las respuestas (cuestiones 1 a 6), o su valor medio (cuestión 7). La tabla de toma de datos es la que se muestra a continuación.

Tabla 3-6. Matriz de toma de datos sobre el cuestionario II para los alumnos.

Cuestión	Mucho	Bastante	Poco	Nada/Ninguno	NS/NC				
1 Lectura revistas ciencia									
2 Visión programas ciencia									
3 Libros de divulgación ciencia									
4 Lectura libros ciencia-ficción									
5 Visión películas ciencia-ficción									
6 Semejanza imagen medios comunicación y clase									
7 Debo mis ideas sobre CTS m σ_{n-1}	Profesores ciencias	Familia	Otros profesores	Amigos	TV	Revistas y libros	Ciencia-ficción		

CUESTIONARIO DE ALUMNOS II
(Señala con una X la respuesta elegida)

1. ¿Lees artículos en revistas de divulgación científica?
Muchos ; Bastantes ; Pocos ; Ninguno
¿Qué revista?
¿Qué temas?
2. ¿Ves algún programa científico en televisión?
Muchos ; Bastantes ; Pocos ; Ninguno
¿Cuáles?
3. ¿Lees libros de divulgación científica?
Muchos ; Bastantes ; Pocos ; Ninguno
¿Cuáles?
4. ¿Lees libros de ciencia-ficción?
Muchos ; Bastantes ; Pocos ; Ninguno
¿Cuáles?
5. ¿Ves películas de ciencia-ficción?
Muchas ; Bastantes ; Pocas ; Ninguna
¿Cuáles?
6. ¿Crees que la imagen de la ciencia y los científicos que se muestra en los libros, revistas, programas de TV e incluso en las noticias y programas no científicos, es semejante a la visión que se muestra en las clases?
Mucho ; Bastante ; Poco ; Nada
¿Por qué?
7. Valora de 0 a 10 a quién debes tus ideas sobre la ciencia y los científicos y sus relaciones con la tecnología y la sociedad:
 - a. A los profesores de ciencias ____.
 - b. A algún familiar ____.
 - c. A los profesores de otras asignaturas ____.
 - d. A tus amigos ____.
 - e. A los programas científicos de TV ____.
 - f. A las revistas y libros de divulgación científica ____.
 - g. A la ciencia-ficción (novelas, películas, etc.) ____.
 - h. Otros (cítalos)

CAPITULO 4

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. INTRODUCCIÓN

En éste capítulo vamos a presentar los resultados obtenidos mediante la aplicación y análisis de los diferentes cuestionarios del diseño experimental, tratados en el capítulo anterior, cuyos criterios de valoración ya fueron indicados allí. Como ya hemos mencionado, nuestra intención es detectar concepciones erróneas sobre las interacciones entre ciencia, tecnología, sociedad y naturaleza, y las actitudes que ello podría generar hacia el aprendizaje de las ciencias y las tecnologías asociadas.

Comenzaremos por analizar los resultados obtenidos mediante la aplicación del cuestionario a los libros de texto, para seguir con las preconcepciones sobre ciencia y tecnología que poseen los alumnos y, por último, los posibles orígenes de esas preconcepciones.

4.2. CUESTIONARIO SOBRE LIBROS DE TEXTO

Debemos recordar que emitíamos como hipótesis que los textos dedicados a las enseñanzas de formación profesional, en el módulo o asignatura de electrotecnia, ofrecen una imagen de la ciencia y la tecnología predominantemente cuantitativa y formalista, ignorando aspectos cualitativos como las complejas relaciones entre ciencia, tecnología y el medio social y natural en que están inmersas.

El cuestionario fue aplicado a 14 libros de electrotecnia de las enseñanzas de formación profesional y del bachillerato técnico del antiguo y nuevo sistema. Los resultados obtenidos del análisis se muestran en la tabla 4.1, expresados por el número de capítulos en los que se tratan actividades señaladas en el diseño experimental para el cuestionario sobre libros de texto.

Si bien la muestra de libros analizados no es grande, debemos mencionar que la cantidad de libros editados recientemente tampoco es elevada, y tendríamos que analizar libros que ya no se editan. Los libros más antiguos analizados datan del año 1977.

Tabla 4-1. Estadística global de datos sobre análisis de textos según cuestionario de textos I.

Aspecto Cuestión	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Nº Cap.Lib
1			10									10
2			11					9				12
3	16		2					5				16
4								9				19
5	2			4				10				19
6												15
7	1							2				36
8		2						1				24
9												14
10												32
11												23
12							1	2				5
13	4		2					4				6
14								3				30
Total capítulos	23	2	25	4	0	0	1	45	0	0	0	261
Frecuencia relativa %	8.8	2.68	9.57	1.5	0	0	0.4	17	0	0	0	

Los resultados son los siguientes:

1. Pretende sacar a la luz las preconcepciones previas de los alumnos sobre ciencia y tecnología.

Sólo el 8.8% de los capítulos de los textos analizados pretende sacar las preconcepciones de los alumnos sobre los temas que se tratan. En muchos casos sólo se

plantea los conocimientos previos que deben poseer, en cuyo caso, como no se puede considerar esto un tratamiento de las preconcepciones previas de los alumnos, este porcentaje queda reducido al 2.68%

2. No aparecen tópicos habituales sobre los científicos e inventores: aspectos biográficos o simples anécdotas, sino que se contextualizan sus aportaciones.

En general, cuando se mencionan científicos o inventores no se contextualizan sus aportaciones, limitándose a citarlos. Sólo en el 2.68% de los capítulos de los libros analizados se aportan textos a través de los cuales se pueden realizar actividades de contextualización de sus aportaciones.

3. Existen actividades de taller o laboratorio que se plantean de modo problemático, simulando el modo en que trabajan los científicos.

Sólo el 9.57% de los capítulos de los libros de electrotecnia analizados plantean prácticas de taller, las cuales suelen ser bastante estructuradas. Sólo el 5.74% de ellos plantean en las prácticas algún tipo de situación problemática (diseño de la práctica o toma de datos, análisis de resultados, preguntas, etc.) que los alumnos tengan que resolver.

Se debe mencionar que este aspecto se trata más en los libros editados a partir del año 1990, en la que se unifican el tratamiento didáctico conceptual y procedimental.

4. Aparece la ciencia y la tecnología como un medio de resolver problemas que a su vez pueden generar, en algunas ocasiones, problemas secundarios, deseados o no.

En ninguno de los textos analizados se comenta el tipo de problemas que ha resuelto o generado la ciencia y la tecnología.

5. Presenta el papel de la ciencia y la tecnología en la modificación y preservación del medio natural.

No se plantean, en ninguno de los textos, problemas que se hallan generado o resuelto con relación al medio natural mediante la utilización de tecnologías asociadas a la electrotecnia.

6. Muestra el papel que la ciencia y la tecnología han jugado en la historia, la evolución de la cultura humana, las ideas y modos de vida.

Tampoco este aspecto es tratado en ninguno de los textos. No se mencionan los cambios y mejoras de vida con la introducción de la electricidad y sus aplicaciones, ni a los cambios culturales y en las ideas que ha provocado.

7. Muestra el papel que el medio social con sus problemas y necesidades han ejercido sobre la evolución de la ciencia y la tecnología.

No se muestra ningún ejemplo en ninguno de los textos de cómo un problema o necesidad social a influido en el desarrollo y evolución de la ciencia y la tecnología relacionadas con la electricidad.

8. Trata aplicaciones de la ciencia y la tecnología en la industria o en la vida cotidiana a través de ejemplos, problemas de lápiz y papel o prácticas con análisis cualitativos.

En el 17.24% de los capítulos de los libros de electrotecnia se muestran aplicaciones de la misma en la vida cotidiana o la industria, y nos referimos con esto no a la simple cita, sino que existen imágenes y ejemplos o problemas.

9. Aparece la ciencia y la tecnología como fruto del trabajo colectivo de generaciones de investigadores, marcado a veces por controversias, y no como obra individual de genios o inventores.

No aparece este aspecto en ninguno de los libros analizados, la imagen que se da en los libros de electrotecnia sobre la ciencia y la tecnología es la de obra individual de científicos o inventores. Incluso en aquellos casos en que los inventos se producen en corporaciones industriales los inventos son asignados a su propietario.

10. Contribuye a la valoración crítica, la toma de decisiones, y en definitiva a la formación de futuros ciudadanos.

No existe ninguna actividad en la que los alumnos tengan que hacer valoraciones críticas, sopesar ventajas e inconvenientes y tomar decisiones.

11. Existen actividades de implicación con el exterior.

En ninguno de los textos se plantean posibles actividades de implicación con el exterior que tengan relación con el tema que se trata, tales como visitas a industrias u organismos, charlas de especialistas o profesionales.

4.3. CUESTIONARIO SOBRE CONCEPCIONES DE LOS ALUMNOS

Recordemos que la hipótesis principal relativa a los alumnos era que la ausencia del tratamiento de las interacciones CTS en la enseñanza probablemente produzca en los alumnos una imagen deformada de dichas interacciones y una actitud negativa en algún sentido hacia el estudio de las mismas.

El cuestionario sobre concepciones de los alumnos (CUESTIONARIO I) fue contestado por un total de 55 alumnos, pertenecientes a los dos últimos cursos de formación profesional del antiguo sistema (3), y al primer curso del nuevo sistema (1), todos ellos de especialidades relacionadas con la tecnología eléctrica. En dos de los cursos los alumnos tienen como condición previa de acceso haber realizado estudios de bachillerato, siendo la proporción aproximada de un 50% entre alumnos que han hecho estudios previos de bachillerato y alumnos que han hecho estudios de formación profesional.

Los resultados de dicho cuestionario se muestran en las tabla 4.2. y 4.3. Para la cuantificación de la tabla 4.2. se han clasificado las respuestas por categorías asociadas a conceptos generales, que engloban a una clase amplia de otros, con los cuales guardan alguna relación o analogía. Un encuestado puede, en una cuestión, dar respuestas pertenecientes a una sola categoría o a varias de ellas, de ese modo la suma de los porcentajes de las respuestas pertenecientes a cada categoría respecto al número total de alumnos no será cien.

$$\text{Cuantificación} = \text{N}^\circ \text{ respuestas en una categoría} / \text{N}^\circ \text{ encuestados}$$

Para verificar el grado de significatividad de cada una de las categorías se ha confeccionada la tabla 4.3. En ella se presentan las frecuencias relativas de las respuestas de una categoría respecto al número total de respuestas, junto con la desviación estándar de las respuestas en cada cuestión.

$$\text{Frecuencia categoría} = \text{N}^\circ \text{ respuestas de una categoría} / \text{N}^\circ \text{ respuestas}$$

Tabla 4.2. Análisis respuestas al cuestionario I. % de respuestas de una categoría por alumno (resultados en % sobre 55 encuestados)

1. Palabras relacionadas con la física y la química.

--	Conceptos	Procedimientos	Tecnología	Actitudinales	Invest. desarrollo,	NS/NC
18.18	61.81	23.63	9.09	32.72	21.81	9.09

2. Definición de ciencia físico-química.

Estudio	Búsqueda de explicaciones	Aplicaciones	NS/NC
80	10.9	3.63	9.09

3. Palabras relacionadas con la tecnología.

--	Conceptos	Procedimientos	Aplicación	Actitudinales	Ciencia	Investigación, desarrollo	NS/NC
14.54	47.27	18.18	34.54	43.63	9.09	27.27	9.09

4. Definición de tecnología.

Estudio	Teoría	Ciencia	Aplicaciones	NS/NC
32.72	25.45	30.90	36.4	14.54

5. Definición de un buen científico.

Resuelve problemas	10.9	Recopila datos	3.63
Investiga, des. hipot., teorías, descubre	38.2	Neutral	3.63
Mejora la vida	3.63	Desinteresado	1.82
Inventa, desarrolla	16.4	Realiza trabajo	10.91
Estudioso, conocedor, sabedor de...	21.81	Trabaja en grupo	1.82
Genio	3.63	NS/NC	1.82

6. Factores del desarrollo científico y tecnológico.

Económicos	60	Ilustración, cultura, creencias	5.45
Políticos y gubernamentales	23.64	Libre pensamiento, democracia	7.27
Demandas sociales, motiv.	21.82	Estudios	21.82
Investigación	12.73	Medios	10.91
Industria	1.82	Históricos	1.82
		NS/NC	9.09

7. Ejemplos de influencias de la sociedad.

Respuesta a problemas históricos	5.45	Ambiente social: dictadura, democracia, libertad religiosa	36.4	Ambiente económico	23.64
Personajes	1.82	Guerra	32.73	Subvenciones gub.	14.55
Necesidad, interés	23.64	Productos o ventajas sociales	14.55	NS/NC	12.73

8. Valoración de la ciencia y tecnología (ventajas e inconvenientes) .

Positiva		Negativa	
Nivel de vida	50.91	Armas, guerra	14.55
Salud	16.36	Deshumanización	10.91
Comunicaciones	1.82	Contaminación	21.82
Cultura	1.82	Estudiar	5.45
Es el futuro	3.64	Interés económico	3.64
NS/NC	25.45	Si no hay ética	3.64

9. Influencias personales sobre la ciencia y la tecnología.

Si fuese...	1.82	Como consumidor	7.27
Estudio	12.73	Impuestos	1.82
Buen profesional, vida laboral	7.27	No	50.91
Inventando, desarrollando	18.18	NS/NC	12.73
Participación en organizaciones	1.82		

10. Análisis de visiones negativas (cuestiones 1 y 3)

Visiones negativas	Exactitud, formulas	Tostón, aburrido	Difícil
Física-Química	18.18	3.64	1.82
Tecnología	21.82	7.27	5.45

Tabla 4.3. Análisis respuestas al cuestionario I. % de respuestas de una categoría.

(Resultados en % sobre el nº total de respuestas en cada cuestión)

1. Palabras relacionadas con la física y la química ($\sigma_n= 9.2\%$).

--	Conceptos	Procedimientos	Tecnología	Actitudinales	Invest. desarrollo,	NS/NC
10.3	35	13.4	5.1	18.5	12.4	5.1

2. Definición de ciencia físico-química ($\sigma_n= 16.6\%$).

Estudio	Búsqueda de explicaciones	Aplicaciones	NS/NC
69.8	9.5	3.1	17.4

3. Palabras relacionadas con la tecnología ($\sigma_n= 7.7\%$).

--	Conceptos	Procedimientos	Aplicación	Actitudinales	Ciencia	Investigación, desarrollo	NS/NC
7.1	23.2	8.9	17	21.4	4.4	13.4	4.4

4. Definición de tecnología ($\sigma_n= 7.7\%$).

Estudio	Teoría	Ciencia	Aplicaciones	NS/NC
18	14	17	20	8

5. Definición de un buen científico ($\sigma_n= 5.7\%$).

Resuelve problemas	9	Recopila datos	3
Investiga, des. hipot., teorías, descubre	31.3	Neutral	6
Mejora la vida	3	Desinteresado	1.5
Inventa, desarrolla	13.4	Realiza trabajo	9
Estudioso, conocedor, sabedor de...	17.9	Trabaja en grupo	1.5
Genio	3	NS/NC	1.5

6. Factores del desarrollo científico y tecnológico ($\sigma_n= 8.6\%$).

Económicos	34	Ilustración, cultura, creencias	3
Políticos y gubernamentales	13.4	Libre pensamiento, democracia	4
Demandas sociales, motiv.	12.4	Estudios	12.4
Investigación	7.2	Medios	6.2
Industria	1	Históricos	1
		NS/NC	5

7. Ejemplos de influencias de la sociedad ($\sigma_n= 6\%$).

Respuesta a problemas históricos	3.3	Ambiente social: dictadura, democracia, libertad religiosa	22	Ambiente económico	14.3
Personajes	1.1	Guerra	19.8	Subvenciones gub.	8.8
Necesidad, interés	14.3	Productos o ventajas sociales	8.8	NS/NC	7.7

8. Valoración de la ciencia y tecnología (ventajas e inconvenientes) ($\sigma_n= 7.5\%$).

Positiva		Negativa	
Nivel de vida	31.8	Armas, guerra	9.1
Salud	10.2	Deshumanización	6.8
Comunicaciones	1.1	Contaminación	13.6
Cultura	1.1	Estudiar	3.4
Es el futuro	2.3	Interés económico	2.3
NS/NC	15.9	Si no hay ética	2.3

9. Influencias personales sobre la ciencia y la tecnología ($\sigma_n= 8\%$).

Si fuese político	1	Como consumidor	4
Estudio	7	Impuestos	1
Buen profesional, vida laboral	4	No	28
Inventando, desarrollando	10	NS/NC	7
Participación en organizaciones	1		

10. Análisis de visiones negativas (cuestiones 1 y 3) ($\sigma_n= 4\%$).

Visiones negativas	Exactitud, formulas	Tostón, aburrido	Difícil
Física-Química	29	6.4	3.3
Tecnología	38.7	12.9	9.7

A continuación pasamos a comentar los resultados obtenidos en cada una de las cuestiones, en relación al porcentaje de respuestas por alumno dada a cada cuestión, y deducir las consecuencias, según nuestro criterio, que se pueden extraer de los mismos. En negrita se señalan las más significativas.

1. Escribe cinco palabras que expresen para ti lo que son las ciencias físico-químicas.

--	Conceptos	Procedimientos	Tecnología	Actitudinales	Invest. desarrollo, descubrimiento	NS/NC
18.18	61.81	23.63	9.09	32.72	21.81	9.09

Los alumnos relacionan las ciencias físico-químicas mayoritariamente con los contenidos conceptuales (61.81%), sólo un cuarto de los mismos (23.63%) lo hace con dispositivos o procedimientos, es decir, la visión es predominantemente teórica. Su relación con aplicaciones prácticas o tecnológicas es del 9.09%, y un 21.81% lo hacen con relación a investigación, desarrollo y descubrimientos. Las visiones negativas, en referencia al tipo de estudios, son del 18.8%, un quinto de los alumnos, y las actitudes manifiestamente positivas son un 32.72%.

Se confirma así nuestra hipótesis de que los alumnos tienen una visión de las ciencias físico-químicas predominantemente teórica, poco relacionada con la investigación y, menos aún, con la tecnología y las aplicaciones prácticas.

Los alumnos han asociado parcialmente las ciencias físico-químicas con la asignatura que las trata. Si la pregunta fuese directamente sobre la asignatura posiblemente los resultados serían más negativos. Este mismo hecho se podría comprobar en la cuestión 3.

2. Define según tu criterio lo que es una ciencia físico-química.

Estudio	Búsqueda de explicaciones	Aplicaciones	NS/NC
80	10.9	3.63	9.09

Relacionan las ciencias físico-químicas con el estudio un 80% de los alumnos, aquí puede influir la definición que se suele dar en diccionarios y enciclopedias, definición que comienza en muchos casos como “ciencia que estudia ...”. Lo relacionan con búsqueda de explicaciones a preguntas un 10.9% de los alumnos y con aplicaciones un 3.63%. Las definiciones dadas por los alumnos son en general neutras.

Se confirma lo comentado anteriormente: visión teórica, poco relacionada con la vida práctica y las aplicaciones reales.

3. Escribe cinco palabras que expresen para ti lo que es la tecnología.

--	Conceptos	Procedimientos	Aplicación	Actitudinales	Ciencia	Invest.desarrollo, descubrimiento	NS/NC
14.54	47.27	18.18	34.54	43.63	9.09	27.27	9.09

Se relaciona la tecnología con conceptos en un 47.27% y con procedimientos de laboratorio sólo en un 18.18%, lo cual indica una visión también muy teórica si consideramos el tipo de estudios que realizan, poco relacionada con los procedimientos de taller o laboratorio (18.18%), menos aún que la anterior. Un 34.54% de los alumnos lo relacionan con ciencia aplicada, o aplicaciones de la vida cotidiana, y un 27.27% lo hacen con investigación, desarrollo y descubrimiento, considerándola como ciencia un 9.09% de los alumnos. Las visiones negativas son un 14.54%, frente a un 43.63 manifestamente positivas.

Se confirma nuestra hipótesis de que la visión de la tecnología es teórica y poco relacionada con las aplicaciones de la vida real.

Los alumnos han asociado parcialmente la tecnología con las asignaturas que las tratan. Si la pregunta fuese directamente sobre las asignaturas los resultados serían más negativos.

4. Definición de tecnología.

Estudio	Teoría	Ciencia	Aplicaciones	NS/NC
32.72	25.45	30.90	36.4	14.54

Un 32.72% de los alumnos relacionan la tecnología con estudio. Un 25.45% de los alumnos la relacionan con teoría sobre las aplicaciones tecnológicas, un 30.90% como ciencia, y un 36.4% con aplicaciones de la vida cotidiana. Un 14.54% no contesta a la pregunta. Las definiciones empleadas son en general neutras.

La visión de la tecnología está poco relacionada con aplicaciones en la vida real (36.4%) y se relaciona fundamentalmente con teoría y estudio (58.17%), lo cual confirma nuestra hipótesis.

5. Explica brevemente lo qué es para ti un buen científico.

Resuelve problemas	10.9	Recopila datos	3.63
Investiga, plantea hipótesis, des .teorías, descubre	38.2	Neutral	1.82
Mejora la vida	3.63	Desinteresado	1.82
Inventa, desarrolla productos	16.4	Realiza trabajo	10.91
Estudioso, conocedor, sabedor de...	21.81	Trabaja en grupo	1.82
Genio	3.63	NS/NC	1.82

La visión que tienen los alumnos sobre los científicos se relaciona fundamentalmente con investigador, persona que plantea hipótesis e intenta verificarlas, que desarrolla teorías o hace descubrimientos (38.2%). Un 21.81% lo relaciona con persona estudiosa, experto o sabio en algún tema. La tercera visión predominante (21.81%) es la de inventor o persona que realiza o desarrolla algún producto, dispositivo o sistema. Finalmente se relaciona fundamentalmente con persona trabajadora (10.9%) o que resuelve problemas (10.9%).

Los alumnos, por tanto, no tienen una visión negativa de los científicos. Tampoco consideran que deban ser neutrales, desinteresados, desapasionados o fríos, lo cual no confirma nuestra hipótesis a este respecto. Sin embargo, si confirma nuestra

hipótesis de que los alumnos poseen una visión individualista del trabajo científico (investigador, descubridor, inventor, etc.) sin considerar el trabajo colectivo.

6. Indica de qué factores dependerá, según tu criterio, el desarrollo científico y tecnológico.

Económicos	60	Ilustración, cultura, creencias	5.45
Políticos y gubernamentales	23.64	Libre pensamiento, democracia	7.27
Demandas sociales, motiv.	21.82	Estudios	21.82
Investigación	12.73	Medios	10.91
Industria	1.82	Históricos	1.82
		NS/NC	9.09

Los alumnos indican como factor fundamental del desarrollo científico y tecnológico el económico (ambiente, inversiones o subvenciones) en un 60%, el segundo orden lo ocupan las políticas gubernamentales (23.64%). Después indican las demandas y motivaciones sociales (21.82%) y los estudios que se realicen (21.82). Por último mencionan los medios disponibles (10.91%), la investigación (12.73%), la democracia y la libertad de expresión (7.27%), y la cultura y creencias sociales (5.45%). Sólo mencionan desarrollos históricos anteriores en ciencia y tecnología un 1.82%, y las organizaciones industriales sólo en 1.82%.

Esto confirma nuestra hipótesis de que no se tienen en cuenta las grandes organizaciones que hacen posible el desarrollo en ciencia y tecnología, como son las universidades o las grandes corporaciones industriales.

7. Indica tres o más ejemplos de influencias de la sociedad a lo largo de la historia (políticas, económicas, etc.) en el desarrollo de la ciencia y la tecnología.

Respuesta a problemas históricos	5.45	Ambiente social: dictadura, democracia, libertad religiosa	36.4	Ambiente económico	23.64
Personajes	1.82	Guerra	32.73	Subvenciones gub.	14.55
Necesidad, interés	23.64	Productos o ventajas sociales	14.55	NS/NC	12.73

Sólo un 5.45% de los alumnos mencionan algún problema histórico en la sociedad que haya influido sobre el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Los alumnos aquí se refieren principalmente al ambiente político y social (36.4%), mencionando la inquisición, dictaduras, etc., como elementos negativos, y la democracia y libertad de expresión como elementos positivos, hacen así referencia a la necesidad de expresión del pensamiento divergente y creativo en el desarrollo científico y tecnológico. Se refieren a la guerra (32.73%) como elemento de desarrollo científico y tecnológico, sosteniendo la opinión de muchos pensadores y analistas sociales de que los conflictos bélicos son fuente de desarrollo para la ciencia y tecnología. El ambiente económico (riqueza, inversiones, etc.), y las necesidades e intereses sociales, son para los alumnos las terceras fuentes del desarrollo científico y tecnológico (23.64% en ambos casos). Después hacen referencia a algún tipo de necesidad y el producto que la ha satisfecho, por ejemplo, comunicaciones → telégrafo, en un 23.64%. Mencionan subvenciones del gobierno (14.55%). Un 14.55% de los mismos señalan simplemente productos tecnológicos, lo cual puede ser interpretado como elementos que han satisfecho necesidades sociales implícitas en el producto, o como un determinismo tecnológico, es decir, la sociedad se amolda a los productos tecnológicos.

Se confirma así nuestra hipótesis según la cual desconocen las influencias de las organizaciones sociales y el trabajo colectivo sobre el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Desconocen situaciones históricas concretas, haciendo mención a situaciones en relación a una aportación tecnológica.

8. Trata de valorar breve y críticamente, sopesando ventajas e inconvenientes, el papel jugado por la ciencia y la tecnología en la vida de los hombres y mujeres.

VENTAJAS		INCONVENIENTES	
Nivel de vida	50.91	Armas, guerra	14.55
Salud	16.36	Deshumanización	10.91
Comunicaciones	1.82	Contaminación	21.82
Cultura	1.82	Estudiar	5.45
Es el futuro	3.64	Interés económico	3.64
NS/NC	25.45	Si no hay ética	3.64

Los alumnos ven como ventajas fundamentales la mejora del nivel y calidad de vida (50.91%) y la salud (16.36%), señalando algunos de ellos que es el futuro (3.64%). Las comunicaciones y la cultura ocupan los últimos lugares (1.82%). Respecto a los inconvenientes señalan la contaminación como el problema fundamental (21.82%), seguido por la fabricación de armas y su utilización en la guerra (14.55%). Señalan también la deshumanización (10.91%), que podríamos interpretar de varios modos posibles: pérdida de valores, radicalización de posiciones respecto a la ciencia o la tecnología, aumento de la mediación de la tecnología en las relaciones humanas, utilización peligrosa de la tecnología, etc. Por último, indican como inconveniente tener que estudiar esos descubrimientos e innovaciones (5.45%); los intereses económicos y la falta de ética (3.64%) se señalan también como inconvenientes del desarrollo científico y tecnológico. Un porcentaje elevado de alumnos (25.45%) no contesta a la pregunta.

Los alumnos ven más ventajas que inconvenientes en la ciencia y la tecnología, teniendo una actitud positiva hacia las mismas, viéndolas como generadoras de bienestar y riqueza y de conservación de la salud. No son muy negativos respecto a sus consecuencias sobre el medio social y natural. La alta tasa de alumnos que no ha contestado la pregunta (25.45%) confirma nuestra hipótesis de que los alumnos no hacen una valoración crítica del papel que la ciencia y la tecnología juegan en la vida de las personas.

9. Indica si crees que personalmente puedes tener alguna influencia, y cómo se llevaría a cabo ésta, o por qué no, sobre el desarrollo y evolución de la ciencia y la tecnología.

Si fuese político	1.82	Como consumidor	7.27
Estudio	12.73	Impuestos	1.82
Buen profesional, vida laboral	7.27	No	50.91
Inventando, desarrollando	18.18	NS/NC	12.73
Participación en organizaciones	1.82		

Un 50.91% de los alumnos opinan que no tienen ningún tipo de influencias personal sobre el desarrollo de la ciencia y la tecnología, y un 12.73% no saben o no contestan. Los que piensan que pueden tener alguna influencia sobre dicho desarrollo opinan que lo harían inventando o desarrollando algún producto (18.18%), estudiando adecuadamente una profesión (12.73%), siendo un buen profesional en la vida laboral (7.27%), como consumidor al realizar demanda de productos (7.27%), pagando impuestos que repercutirán en subvenciones a la investigación (1.82%), siendo un científico o político importante (1.82), y participación en organizaciones sociales (1.82%).

Esto confirma nuestra hipótesis de que los alumnos no valoran el peso de las organizaciones sociales: partidos políticos, sindicatos, organizaciones no gubernamentales, etc. en la evolución y desarrollo de la ciencia y la tecnología.

10. Análisis de visiones negativas (cuestiones 1 y 3).

Visiones negativas	Exactitud, formulas	Tostón, aburrido	Difícil
Física-Química	18.18	3.64	1.82
Tecnología	21.82	7.27	5.45

Con relación a las visiones deformadas o negativas de los alumnos respecto al estudio de la ciencia y la tecnología, en respuestas dadas en las cuestiones uno y tres, ha dado como resultado que un 18.18% de los mismos en física y química, y un 21.82% en la tecnología, señalan el formalismo y la exactitud, que es difícil (un 1.82 en física y química y un 5.45% en tecnología), y que es aburrida 3.64% en física y química y un 7.27% en tecnología.

Esto confirma que una de las principales visiones negativas de los alumnos sobre la enseñanza de las ciencias y las tecnologías asociadas es el formalismo y la idea de exactitud, en coherencia con una visión deformada de la ciencia.

Como ya comentábamos los alumnos han asociado parcialmente las ciencias físico-químicas y la tecnología con las asignaturas que las tratan. Si las preguntas

hubiesen sido directamente sobre las asignaturas posiblemente los resultados hubiesen sido más negativos.

4.4. CUESTIONARIO SOBRE ORIGEN DE LAS CONCEPCIONES DE LOS ALUMNOS

Decíamos que las concepciones de los alumnos sobre las interacciones entre ciencia, tecnología, sociedad y naturaleza no son debidas exclusivamente al sistema educativo. El alumno vive en un contexto social y cultural en donde existen unos medios de transmisión culturales que influirán de algún modo en esas concepciones.

El cuestionario sobre el posible origen de las concepciones de los alumnos (CUESTIONARIO II) fue pasado a un total de 45 alumnos, pertenecientes a los dos últimos cursos de formación profesional del antiguo sistema y al primer curso del nuevo sistema, cuyos resultados son los que se muestran en la tabla 4.4.

Tabla 4-4. Resultados obtenidos % del cuestionario II de los alumnos.

Cuestión	Mucho	Bastante	Poco	Nada/Ninguno	NS/NC			
1 Lectura revistas ciencia	4.4	15.5	40	40	19.1			
2 Visión programas ciencia	4.4	6.6	40	46.6	2.3			
3 Libros de divulgación ciencia	0	6.6	20	66.6	6.6			
4 Lectura libros ciencia-ficción	8.9	13.3	35.5	42.2	0			
5 Visión películas ciencia-ficción	35.5	37.7	24.4	2.2	2.2			
6 Semejanza imagen medios comunicación y clase	4.4	17.8	57.8	13.3	6.6			
7 Debo mis ideas sobre CTS m σ _{n-1}	Profesores ciencias	Familia	Otros profesores	Amigos	TV	Revistas y libros	Ciencia-ficción	
	6.8	3.8	3.4	3.8	4.4	4.6	5.0	
	2.3	2.8	2.5	2.5	3.1	3.5	2.9	

El análisis de las respuestas, según los resultados señalados más arriba, a las cuestiones son las siguientes:

1. ¿Lees artículos en revistas de divulgación científica?

Los alumnos indican que sus lecturas de artículos científicos son pocas (40%) o ninguna (40%). Las revistas más leídas por orden de mención son: MUY INTERESANTE (42.2%), QUO (15.5%), NATIONAL GEOGRAFIC (11.1%) y CNR (2.2%).

2. ¿Ves algún programa científico en televisión?

La visión de programas científicos son pocos (40%) o ninguno (46.6%). Aquellos programas que visualizan son documentales de todo tipo.

3. ¿Lees libros de divulgación científica?

A esta cuestión los alumnos responden que poco (20%) y ninguno (66.6%). En general no se indican títulos de libros.

4. ¿Lees libros de ciencia-ficción?

La lectura de libros de ciencia-ficción es poca (35.5%) o ninguna (42.2%).

5. ¿Ves películas de ciencia-ficción?

Este es uno de los medios de comunicación social y ocio más utilizado por los alumnos. Ven muchas películas el 35.5% de los alumnos, bastante el 37.7% y poco el 24.4%.

Una comparación de las respuestas a las cinco primeras preguntas nos hace ver que el medio de transmisión cultural más utilizado por los alumnos, con relación a la ciencia, son por orden de importancia: cine, revistas, y televisión, el último lugar lo ocupan los libros.

6. ¿Crees que la imagen de la ciencia y los científicos que se muestra en los libros, revistas, programas de TV e incluso en las noticias y programas no científicos, es semejante a la visión que se muestra en las clases?

La mayoría de los alumnos señalan que poco (57.8%). No son muchos los alumnos que indican las razones, pero aquellos que lo hacen dicen cosas como: “la metodología”, “se ciñen a los cálculos”, “se habla poco de ciencia”, “no hay medios”.

7. Valora de 0 a 10 a quién debes tus ideas sobre la ciencia y los científicos y sus relaciones con la tecnología y la sociedad.

Los alumnos señalan como fuente de sus concepciones, en primer lugar, a los profesores 6.8%. En segundo lugar a la ciencia-ficción 5%, lo cual está en consonancia con las respuestas dadas en las preguntas 1 a 5, en la que se obtenía que el medio de comunicación social más utilizado por los alumnos era el cine. Le siguen después revistas y televisión, pero con unas desviaciones estándar muy altas respecto a la media, que les restan significatividad.

La conclusión es que los alumnos reciben sus concepciones sobre ciencia, según ellos mismos señalan, principalmente de los profesores y del cine.

CAPITULO 5

CONCLUSIONES, COMPARACIÓN Y PERSPECTIVAS

5. CONCLUSIONES, COMPARACIÓN Y COMENTARIOS

5.1. CONCLUSIONES DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

En este trabajo hemos tratado de poner de manifiesto las concepciones que sobre las interacciones entre ciencia, tecnología, sociedad y naturaleza poseen nuestros alumnos de formación profesional, intentando así justificar, dentro de un cuerpo coherente de conocimientos sobre la didáctica de las ciencias, que esa puede ser una de las posibles razones de rechazo que los alumnos muestren hacia el aprendizaje de las ciencias experimentales y las tecnologías asociadas, tal como han puesto de relieve algunas investigaciones en didáctica de las ciencias experimentales. Tales investigaciones han puesto de manifiesto que el interés de nuestros alumnos hacia las ciencias experimentales decrece a medida que aumenta su período de escolarización.

La hipótesis que hemos tratado de verificar es que la enseñanza de la ciencia experimental (electromagnetismo) y de la tecnología asociada (electrotecnia) proporciona una imagen deformada de sí misma, como algo neutral, aislado de su contexto social, predominantemente teórica y cuantitativa, que se limita a la aplicación mecánica de fórmulas, que ignora su conexión con el mundo circundante, y sus implicaciones con el entorno natural y social.

Para verificar dicha hipótesis emitíamos una serie de subhipótesis derivadas de la misma, que hemos tratado de verificar mediante un diseño múltiple para tratar de confirmarlas, cuyas conclusiones presentamos a continuación.

5.1.1. Referidas a libros de texto

Con relación a los libros de texto emitíamos la subhipótesis de que: **Los textos dedicados a las enseñanzas de formación profesional en el módulo de electrotecnia**

ofrecen una imagen de la ciencia y la tecnología predominantemente cuantitativa y formalista, ignorando aspectos cualitativos como las complejas relaciones entre ciencia, tecnología y el medio social y natural en que están inmersas.

Concretábamos dicha subhipótesis en aspectos relacionados con las interacciones CTS, que esperábamos no serían tratados por los libros de texto. Subhipótesis que verificábamos a través de un cuestionario, cuyos resultados son:

1. Un 91.2% de los libros de texto no tratan las preconcepciones de los alumnos sobre ciencia, tecnología y el trabajo científico.
2. Un 97.3% no contextualiza las aportaciones en ciencia y tecnología, ni trata las razones y problemas que están en la raíz y origen de las investigaciones científicas e innovaciones tecnológicas, rompiendo los mitos y tópicos sobre la neutralidad de la ciencia, la tecnología y los científicos.
3. Sólo el 9.6% de los libros muestran el carácter problemático de las investigaciones científicas, el valor de las teorías y de las hipótesis en las investigaciones para realizar descubrimientos, al plantear situaciones problemáticas a los alumnos que muestren cierto paralelismo con la metodología científica.
4. En general, el 97.5% de los libros, no ponen de manifiesto las profundas relaciones de la ciencia y la tecnología con el entorno social, ni ponen en evidencia los problemas solucionados y creados por el uso de las ciencias y tecnologías asociadas.
5. No tratan el papel que la ciencia y la tecnología han tenido y tienen en la explotación, modificación y preservación del medio natural, en su papel mediador para solucionar problemas y satisfacer necesidades humanas.
6. No muestran el papel que la ciencia y la tecnología han jugado en la historia de la humanidad. Los cambios que ha introducido en la sociedad y su

cultura, la economía, en las formas de producción y en el cambio de las ideas.

7. Los libros en general no consideran las estrechas relaciones entre ciencia y tecnología como medio de resolver problemas, satisfaciendo demandas o cumpliendo expectativas sociales.
8. Sólo el 17.24% de los libros tratan aplicaciones de la ciencia y la tecnología en la industria o en la vida cotidiana a través de ejemplos o problemas.
9. En ninguno de los libros se muestra la ciencia y la tecnología como una obra colectiva, cuyos resultados son el esfuerzo de equipos de investigadores, y sirven de base a otras investigaciones posteriores. Se da así una visión individualista de la construcción de las mismas obra individual de genios o inventores.
10. En general no se proponen actividades en que los alumnos tengan que tomar decisiones, que los preparen para discusiones constructivas, intercambiando y comprendiendo puntos de vista distintos a los personales, la valoración crítica que juzgue aspectos y repercusiones positivas y negativas, y favorezca la toma de decisiones al sopesar ventajas e inconvenientes en los problemas de las interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad, que como ciudadano responsable tendrá que asumir.
11. Tampoco se proponen actividades de implicación con el entorno exterior que ponga a los alumnos en contacto con el medio económico e industrial.

5.1.2. Referidas a concepciones de los alumnos

Con relación a las concepciones de los alumnos emitíamos la subhipótesis de que: **La ausencia del tratamiento de las relaciones CTS en la enseñanza**

probablemente produzca en los alumnos una imagen deformada de dichas interacciones y una actitud negativa en algún sentido hacia el estudio de las mismas.

Concretábamos dicha subhipótesis con aspectos de las interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad que esperábamos tuviesen los alumnos, cuyos resultados son:

1. Los alumnos tienen una visión fundamentalmente teórica de las ciencias, asociada a conceptos en un 61.81%, a procedimientos en un 23.63% y a tecnología en un 9.09%. Es una visión alejada de los problemas del mundo práctico y la vida real. Las actitudes negativas que muestran son esencialmente el formulismo y la exactitud (18.18%).
2. Tienen una visión de la tecnología asociada a conceptos en un 47.27%, a procedimientos en un 18.18% y a aplicaciones prácticas un 34.54%. Es una visión alejada de los problemas del mundo real y práctico. Las actitudes negativas que muestran son esencialmente el formulismo y la exactitud (21.82%).
3. Tienen una visión individual del trabajo científico, sólo el 1.82% menciona que trabaja en grupo. La valoración de los científicos es positiva. Las visiones deformadas relativas a la neutralidad u objetividad de los científicos es tan sólo del 1.82%.
4. No son conscientes de que el desarrollo científico y tecnológico es una obra colectiva que exige grandes organizaciones universitarias o industriales (1.82%), aunque sí de los recursos económicos necesarios (60%).
5. Respecto a las influencias de los grupos sociales sobre el desarrollo y evolución de la ciencia y la tecnología, citan mayoritariamente la guerra (32.73%), el ambiente político (36.4%) y el económico (23.64%). En general no citan situaciones históricas de influencias sociales concretas, sino a través de necesidades de la sociedad (23.64%) que han generado un producto

tecnológico. Sólo el 5.45 de los alumnos citan situaciones históricas concretas.

6. No valoran la influencia de los grupos sociales (partidos políticos, asociaciones empresariales, de trabajadores, o de otro tipo) sobre la evolución de la ciencia y la tecnología.
7. El 25.45% de los alumnos no sabe hacer una valoración crítica de la ciencia y la tecnología, sopesando sus ventajas e inconvenientes, realizando valoraciones a los problemas que han resuelto y los que ha generado en el medio natural y social.

5.2. COMPARACIÓN DE RESULTADOS

Pasamos a comparar los resultados obtenidos con relación a otros resultados de investigaciones realizadas, en didáctica de las ciencias en nuestro país, sobre las concepciones de los alumnos sobre las interacciones entre ciencia, tecnología, sociedad y naturaleza.

Nuestros resultados son concordantes con los de Vilches (1993) en la visión que tienen los alumnos sobre las ciencias físico-químicas, relacionadas fundamentalmente con contenidos conceptuales, poco relacionada con investigación y con las aplicaciones prácticas y la vida real, la cual produce actitudes negativas hacia el aprendizaje de las mismas. En concordancia con Vilches (1993) y con Solbes y Traver (1996) los alumnos desconocen influencias de la sociedad a lo largo de la historia en el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Un gran porcentaje de ellos, de acuerdo con los trabajos anteriores, tampoco saben valorar, sopesando ventajas e inconvenientes, el papel jugado por la ciencia y la tecnología en la vida de hombres y mujeres y el medio natural. Por último, acorde también con dichos trabajos, las visiones más negativas que poseen los alumnos se relacionan con el formalismo y con la concepción errónea de exactitud relativa a las ciencias físico-químicas.

Sobre la visión que tienen en relación a los científicos y científicas, nuestros alumnos no tienen una visión idealizada de los mismos como: neutrales, desinteresados, desapasionados y fríos; resultados en cierta concordancia con los obtenidos por Acevedo (1993), pero con una visión más realista. Esta visión de los alumnos sobre los científicos no concuerda con los obtenidos por otros autores, la razón puede ser que el tratamiento que se hace de ellos en los estudios relacionados con las ciencias físico-químicas sea más idealizada, tratamiento que no existe en los estudios técnicos.

En cuanto a los libros de texto de electrotecnia nuestros resultados concuerdan plenamente con los obtenidos con Vilches (1992), si bien debe tenerse en cuenta que el tratamiento que puede hacerse de diferentes aspectos de las relaciones CTS debe considerar los objetivos propios de cada etapa educativa.

5.3. PERSPECTIVAS

Nuestra intención en este trabajo de investigación no es tan sólo verificar unas hipótesis, fundamentadas en un modelo teórico constructivista de la enseñanza y el aprendizaje, en relación a las interacciones CTS, sino, también, colaborar en la medida de nuestras posibilidades a que nuestros materiales didácticos sean mejores y más interesantes y motivadores para profesores y alumnos, más educativos y formadores, y más relacionados con la realidad industrial y la vida cotidiana de nuestra sociedad.

Creemos que las características que deberían poseer los materiales didácticos, con un tratamiento adecuado de las interacciones entre ciencia, tecnología, sociedad y naturaleza, son:

1. Dar una imagen más correcta de la estrecha relación entre ciencia y tecnología, mostrando su conexión con el mundo real, con aplicaciones cotidianas e industriales.
2. Debilitar la imagen puramente teórica, formalista y cuantitativa que pueda existir de la ciencia, tan estrechamente relacionada con el desarrollo y

evolución tecnológica, y mostrar su carácter de reto vital en un intento de resolver problemas, satisfacer necesidades y mejorar la calidad de vida. Intentando de éste modo conectar los estudios científicotecnológicos con la realidad que pueda servir a los alumnos como motivación, y superar su posible desinterés y actitudes negativas hacia la ciencia y la tecnología.

3. Mostrar, así mismo, el valor de las teorías, la emisión de hipótesis y los métodos científicos de trabajo como medio de resolución de problemas de carácter profesional y de la vida diaria, y debilitar una visión de tipo inductivista y empirista.
4. Debilitar la imagen puramente teórica que se pueda tener de la tecnología, y mostrar que el conocimiento científico es de incuestionable valor en la solución de los problemas.
5. Debilitar la imagen elitista de la ciencia y la tecnología, acercándola a los alumnos, mostrando su carácter de empresa humana accesible a todos.
6. Dar una imagen de la ciencia y la tecnología como obra colectiva que se lleva a cabo en organizaciones universitarias e industriales, que necesitan grandes recursos tecnológicos y económicos.
7. Conseguir que la ciencia y la tecnología se transformen en un elemento para la formación integral de los alumnos, no sólo para su capacitación profesional, de modo que puedan adoptar actitudes responsables y fundamentadas respecto al desarrollo científico y tecnológico, y a las consecuencias que se derivan.
8. Formar a los alumnos para valorar el trabajo en grupo y su participación democrática en él, las organizaciones sociales democráticas y su participación en ellas, así como sus influencias sobre el desarrollo de la ciencia y la tecnología.

BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS

BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS

Alonso Sánchez, M; Gil Pérez, D.; Martínez-Torregrosa J.

-(1992) Concepciones espontáneas de los profesores de ciencias sobre la evaluación: Obstáculos a superar y propuestas de replanteamiento. Revista de Enseñanza de la Física, nº5 (2), p.18-38.

-(1996) Evaluar no es calificar. La evaluación y la calificación en una enseñanza constructivista de las ciencias. Investigación en la Escuela, nº30, 1996.

Acevedo Díaz, J.A.

-(1993) ¿Qué piensan los estudiantes sobre la ciencia? Un enfoque CTS. Enseñanza de las ciencias, 1993, número extra.

-(1995) Educación tecnológica desde una perspectiva CTS: Una breve revisión del tema. Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales nº3, p.75-84.

-(1996) LA TECNOLOGÍA EN LAS RELACIONES CTS. UNA APROXIMACIÓN AL TEMA. Enseñanza de las Ciencias, 1996, nº14 (1), p.35-44.

Aikenhead, Gles S.

-(1987) [Fleming, Reg W. and Ryan, Alan G.] High-School Graduates Beliefs about Science-Technology-Society. I. Method and Issues in Monitoring Student Views. Science Education 71 (2), p.145-161

-(1987) High-School Graduates' Beliefs about Science-Technology-Society. III. Characteristics and Limitations of Scientific Knowledge. Science Education 71 (4), p.459-487

-(1992) [Ryan, Alan G.] The Development of a New Instrument: "Views on Science-Technology-Society" (VOSTS). Science Education 76 (5), p.447-491.

Ashman, Adrian F.; Conway, Robert N.F.

-(1989) Cognitive Strategies for Special Education. Routledge. (trad. por Ana Bermejo Baró. Estrategias cognitivas en educación especial. Aula XXI, Santillana. Madrid, 1990).

Asimov, Isaac

-(1983) "The Science fascination" in The Roving Mind. Prometheus Books, Buffalo. (Trad. por Néstor Míguez. "La fascinación de la Ciencia", contenido en: La mente errabunda. Colección Libro de Bolsillo, Alianza, Madrid, 1987).

Ausubel, David; Novak, Joseph; Hanesian, Helen

-(1978) Educational Psychology. A cognitive view. Holt, Rineheart and Winston, Inc: New York. (Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo. Editorial Trillas S.A. México, 1987).

Basalla, George

-(1988) The evolution of Technology. Cambridge University Press, Cambridge. (La evolución de la Tecnología. Trad. Jorge Vigil. Editorial Crítica, S.A., Barcelona, 1991).

Bernal, J.D.

-(1967) Historia social de la ciencia. Península. Barcelona.

Beltrán, Jesús; García, Elena; Moraleda, Mariano; Calleja, Francisco; Santiuste, Víctor

-(1987) Psicología de la Educación. EUDEMA S.A. Madrid.

Boyer, R.; Tiberghien, A.

-(1989) Las finalidades de la enseñanza de la física y la química vistas por profesores y alumnos franceses. Enseñanza de las Ciencias nº7 (3), p.213-222.

Caamaño, Aureli

-(1995) La educación Ciencia-Tecnología-Sociedad: una necesidad en el diseño del nuevo currículum de Ciencias. Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales nº3, p.4-6.

Caballer, María Jesús; Giménez, Inés

-(1195) Cambiando el método: Actividades prácticas derivadas del planteamiento de problemas, diseños experimentales basados en el control de variables. Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales nº3, p.75-84.

Carrascosa, Jaime

-(1987) Errores conceptuales en la enseñanza de las ciencias: revisión bibliográfica. Enseñanza de las Ciencias, vol. 3 (3), p.230-234.

Coll, Cesar; Pozo, Juan I.; Sarabia, Bernabé; Valls, Enric

-(1982) Los contenidos en la Reforma. Enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes. Aula XXI, Editorial Santillana, Madrid.

Derry, T.K. ; Trevos I. Williams

-(1960) A short history of technology. From de earliest times to A.D. 1900. The Clarendon Press. Oxford. (trad. Carlos Caranci et al. Historia de la Tecnología (5 vol.). Siglo XXI Editores. Madrid, 1989)

Delkson, David

-(1977) Alternative technology and the politics of technical change. W.Collins Sons Ltd. London. (Trad. por Fernando Valero. Tecnología alternativa. Biblioteca de Divulgación Científica MUY. Ediciones Orbis. Barcelona, 1985).

Driver, Rosalin ; Odman, Valerie

-(1986) A constructivism approach to curriculum developement in science. Studies in Science Education, 1986, nº13, p.105-122.

Driver, Rosalind; Easley, J.

-(1978) Pupils and paradigms: A review of literature related to concept developement in adolescent science studentes. Studies in Science Education, vol.5, p.61-84.

Farriols, Xavier; Franci, Josep; Inglés, Miquel

-(1994) La formación profesional en la LOGSE. ICE Universidad de Barcelona. Editorial Horsori. Barcelona 1994.

Fleming, Reg W.

-(1987) High school graduates beliefs about science, technology, society. II. The interaction among science, technology and society. Science Education, 1987, nº 71 (2), p.163-186.

-(1988) Undergraduate science students' views on the relationship between science, technology and society. *International Journal of Science Education*, 10, p.449-463.

-(1989) Literacy for a technological Age. *Science Education*, 1989, nº 73 (4), p.391-404.

Furió Mas, Carlos José; Iturbe Barreche, Jacinto; Reyes Martín, José Vcte.

-(1986) Metodología utilizada en la detección de dificultades y esquemas conceptuales en la enseñanza de la química. *Enseñanza de las Ciencias*, nº12 (2), p.188-199.

-(1994) Contribución de la resolución de problemas como investigación al paradigma constructivista de aprendizaje de las ciencias. *Investigación en la Escuela*, 1994, nº24

Galbraith, John Kenneth

-(1967) *The New Industrial State*. Houghton Mifflin Company, Boston. (trad. por Manuel Sacristán. *El nuevo estado insdustrial*. Editorial Ariel. Barcelona, 1984).

-(1979) *The nature of mass poverty*. Harvard University Press. (Trad. Lorenzo Cortina. *La pobreza de las masas*. Plaza & Janes, Barcelona, 1982).

-(1983) *The Voice of the Poor. Essays in Economic and Political Persuasion*. (trad. Carlos Peralta. *Naciones ricas, naciones pobres*. Editorial Ariel. Barcelona, 1986).

George, Pierre

-(1972) *L'envioirement*. Presses de Universitaires de France. (Trad. por A.Giralt Pont. El medio ambiente. Biblioteca de Divulgación Científica MUY. Ediciones Orbis. Barcelona, 1987).

Gil Pérez, Daniel

-(1983) Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 1983, nº1, p.26-33

-(1986) La metodología científica y la enseñanza de las ciencias. Unas relaciones controvertidas. *Enseñanza de las Ciencias*, 1986, nº4 (2), p.111-121.

-(1993) Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 1993, nº11 (2), p.197-212.

-(1993) Psicología educativa y didáctica de las ciencias: los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias como lugar de encuentro. *Infancia y Aprendizaje*, 1993, nº62-63, p.171-185.

-(1994.a) Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: realizaciones y perspectivas. Enseñanza de las Ciencias, 1994, nº12 (2), p.154-164

-(1994.b) Relaciones entre conocimiento escolar y conocimiento científico. Investigación en la Escuela, 1994, nº23, p.17-32.

Gil Pérez, Daniel; Valdés Castro, P.

-(1996) LA ORIENTACION DE LAS PRACTICAS DE LABORATORIO COMO INVESTIGACION: UN EJEMPLO ILUSTRATIVO. Educación de las Ciencias, 1996, nº14 (2), p.155-163

Gil Pérez, Daniel; Carrascosa, Jaime; Furió, Carles; Martínez-Torregoras, Joaquín.

-(1991) La enseñanza de las ciencias en la Educación Secundaria. "Cuadernos de Educación, 5". I.C.E. Universidad de Barcelona. Editorial Horsori. Barcelona, 1991.

Gil, Daniel; Martínez-Torregrosa, J.

-(1983) A model for problem solving in accordance with scientific methodology. European Journal of Science Education, nº 5 (4), p.447-455.

Gilbert K., Jhon

-(1992) The interface between science education and technology education. International Journal of Science Education, 1992, vol.14, nº5, p.563-578.

-(1994) Un plan para la investigación en enseñanza de las ciencias en Inglaterra. Investigación en la Escuela, 1994, nº24, p35-46

-(1995) Educación tecnológica: una nueva asignatura en todo el mundo. Enseñanza de las Ciencias, 1995, nº13 (1), p.15-24

Grupo de Investigación en la Escuela

-(1991) Proyecto curricular "Investigación y renovación escolar" (IRES). Sevilla: Diada.

Hewson, P.W.; Hewson, M.G.

-(1988) On appropriate conception of teaching science: a view from studies of science learning. Science Education, nº72 (5), p.597-614.

Hlebowitsh, Peter; Wraga, William

-(1989) The Reemergence of the National Science Foundation in American Education: Perspectives and Problems. *Science Education*, 1989, n°73 (4), p.105-418.

Hodson, Dereck

-(1985) Philosophy of science, science and science education. *Studies in Science Education*, n° 12, p.25-57.

-(1988) Towards a philosophically more valid science curriculum. *Science Education*, n°72 (1), p. 19-40.

-(1992) In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. *International Journal of Science Education*, 1992, vol.14, n°5, p.541-562.

James, R.K.; Smith, S.

-(1985) Alienation of students from science in grades 4-12. *Science Education*, n°69, p.39-45.

Jimenez, M.P.; Otero, L.

-(1990) La ciencia como construcción social. *Cuadernos de Pedagogía*, n°180, p.20-22.

Kuhn, Thomas S.

-(1957) *The Copernican Revolution. Planetary Astronomy in the Development of Western Thought.* (Trad. Domènec Bergadá. *La Revolución Copernicana.* Biblioteca de Divulgación Científica. Editorial Orbis, S.A., Barcelona. 1988).

-(1971) *La estructura de las revoluciones científicas.* Fondo de cultura económica. Méjico.

Lakatos, I.

-(1982) *Historia de las Ciencias y sus reconstrucciones racionales.* Tecnos. Madrid.

Lederman, Norman G.; O'Malley, Molly

-(1990) Students' Perceptions of Tentativeness in Science: Development, Use, and Sources of Change. *Science Education* 74 (2), p.225-239.

Medina, Manuel; Sanmartín, José

-(1990) CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD. Estudios interdisciplinarios en la Universidad, en la Educación y en la Gestión Pública. Editorial Anthropos, Barcelona, 1990.

Meihchstry, Y.

-(1993) The impact of science curricula on students views about the nature of science. Journal of Research in Science Teaching, nº39 (5), p.429-443.

Mitchman, Carl

-(1989) ¿Qué es la filosofía de la Tecnología?. Editorial Anthropos, Barcelona, 1989.

Membiela, Pedro

-(1995) Ciencia-Tecnología-Sociedad en la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Experimentales. Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales nº3, p.7-11.

Mumford, Lewis

-(1934) Technics and Civilization. Harcourt, Brace & World, Inc. (Trad. por Aznar Acevedo. Técnica y civilización. "Alianza Universidad". Alianza Editorial. Madrid, 1987).

Open University

-(1979) Research Methods in Education and Social Science. Milton: Keynes.

Ortega y Gasset, José

-(1939) Meditación de la técnica y otros ensayos sobre ciencia y filosofía. Alianza Editorial, S.A., Madrid, 1997.

Osborne, R.; Wittrock, M.

-(1985) Learning Science: a generative process. Science Education, nº67, p.490-508.

Otero, J.

-(1985) Assimilation problems in traditional representation of scientific knowledge. European Journal of Science Education, nº7 (4), p.361-369.

Pacey, A.

-(1983) The culture of technology. The MIT Press, Cambridge.

Payá, J.

-(1991) Los trabajos prácticos en la enseñanza de la física y química: un análisis crítico y una propuesta fundamentada. Tesis doctoral: Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Valencia.

Penich, J.E., Yager, R.E.

-(1986) Trends in science education: some observations of exemplary programme in the United States. European Journal of Science Education, nº8 (1), p.1-8.

Piaget, J.

-(1970) La epistemología genética. Redondo, Barcelona.

Postner, G.J.; Strike, K.A.; Hewson, P.W.; Gertzog, W.A.

-(1982) Accommodation of a scientific conception: towards a theory of conceptual change. Science Education, nº66, p.211-227.

Pozo, J.I.

-(1989) Teorías cognitivas del aprendizaje. Morata. Madrid.

Prieto Ruz, Teresa; González García, Francisco J.

-(1998) Educar para la democracia. Ciencia-Tecnología-Sociedad. Investigación en la Escuela, nº34, 1998, p.59-67.

Rivas, M.

-(1986) Factores de eficacia escolar: una línea de investigación didáctica. Bordón nº 264, p.693-708.

Ribelles, Rosario; Solbes, Jordi; Vilches, Amparo

-(1994) Las interacciones C.T.S. en la enseñanza de las ciencias. Análisis comparativo de la situación para la Física y Química y la Biología y Geología. Comunicación, Lenguaje y Educación, 1995, nº28, p.135-143.

Rubba, Peter A. y Harknes, William L.

-(1993) Examination of Preservice and In-Service Secondary Science Teachers' Beliefs about Science-Technology-Society Interactions. *Science Education*, 1993, nº 77 (4), p.407-431.

Sanmartín José; Cutcliffe S.H.; Goldman S.L.; Medina M.

-(1992) Estudios sobre sociedad y tecnología. "Nueva ciencia, 9". Editorial Anthropos. Barcelona. 1992.

Schibeci, R.A.

-(1984) Attitudes to science: An update. *Studies in Science Education*, Vol 11, p.26-59.

-(1986) Images of science, scientistes and science education. *Science Education*, vol.70 (2), p.139-149.

Solomon, Joan

-(1995) El estudio de la Tecnología en la educación. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales* nº3, p.13-18.

Solbes, Jordi

-(1986) Introducción a los conceptos básicos de la Física Moderna. Tesis Doctoral, Universitat de Valencia.

Solbes, Jordi; Traver, M.J.

-(1996) LA UTILIZACIÓN DE LA HISTORIA DE LAS CIENCIAS EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA Y LA QUÍMICA. *Enseñanza de las Ciencias*, 1996, nº14 (1), p.103-112.

Solbes, Jordi; Vilches, Amparo

-(1989) Interacciones ciencia, técnica y sociedad: un instrumento de cambio actitudinal. *Enseñanza de las ciencias*, 1989, nº 7 (1), p.14-20.

-(1992) El modelo constructivista y las relaciones ciencia, técnica y sociedad (C/T/S). *Enseñanza de las ciencias*, 1992, nº 10 (2), p.181-186.

-(1995) El profesorado y las actividades CTS. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales* nº3, p.30-38

-(1997) STS Interacción and the Teaching of Physics and Chemistry. Science Education, nº81, p.377-386.

Strandh, Sigvard

-(1984) A History of the Machine. AB Nordbok. Gotemburgo, Suecia. (Trad. por Juan Manuel Ibeas). Historia de la Máquina. Editorial Raíces, Santander,

Viennot, L.

-(1976) La Raisonement Spontané en Dynamique Elémentaire. Tesis Doctoral. Université Paris 7. (Publicada en 1979 por Herman: Paris).

Vilches, Amparo

-(1993) Las interacciones Ciencia, Técnica, Sociedad y la enseñanza de las Ciencias Físico-Químicas. Tesis Doctoral. Departamento de didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Valencia 1993.

-(1994) La introducción de las interacciones ciencia-técnica y sociedad (CTS). Una perspectiva necesaria en la enseñanza de las Ciencias. Aula de Innovación Educativa, 1994, nº27, p.32-36.

Vygotski, Lev Semionovich

-(1934) El problema de la enseñanza y del desarrollo mental en la edad escolar. Psicología y Pedagogía. Akal, Madrid, 1973.

--(1934) Pensamiento y Lenguaje (trad. Pedro Tosaus Abadía de "Thought and Language" , The Massachusettes Institute of Technology, 1986). Ediciones Paidós Ibérica, S.A. Barcelona 1995.

-(1966) "Mind in Society: The developement of Higher Psychological Processes", The Harvard University Press, Cambridge Mass, 1966. (Trad. Silvia Furió) El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. CRITICA, Barcelona, 1996.

Woolgar, Steve

-(1984). The Very Idea. Ellis Horwood Ltd. (trad. por Eduardo Aibar, Ciencia: Abriendo la caja negra. "Tecnología, Ciencia, Naturaleza y Sociedad, 8". Editorial Anthropos. Barcelona, 1991).

Wertsch, James V.

-(1988) Vygotski y la formación social de la mente. Ediciones Paidós Ibérica, S.A., Barcelona, 1988.

Yager, R.F. y Penich, J.E.

-(1986) Perception of four age groups towards science classes, teachers and the values of science in the USA. *European Journal of Science Education*, 5, p.463-469.

Ziman, John

-(1984). *An introduction to science studies*. Cambridge University Press. (trad. por Jordi Beltrán Ferrer. *Introducción al estudio de las ciencias. Los aspectos filosóficos y sociales de la ciencia y la tecnología*. "Invitación a la filosofía". Editorial Ariel. Barcelona, 1986)

Zoller, Uri ; Donn, Stuart ; Wild, Reginal ; Beckett, Peter

-(1991) Teachers' Beliefs and Views on Selected Science-Technology-Society Topics: A Probe into STS Literacy Versus Indoctrination. *Science Education* 75 (5), p.541-561.

-(1990) Goal Attainment in Science Technology-Society (S/T/S) Education and Reality: The Case of British Columbia. *Science Education*, 74 (1), p.19-36.

ANEXO

Lista de textos utilizada para realizar el análisis.

- Curso de electricidad general 1. Augé, R. Paraninfo, 1995.
- Curso de electricidad general 2. Augé, R. Paraninfo, 1995.
- Curso de electricidad general 3. Augé, R. Paraninfo, 1995.
- Electrotecnia. Ciclos de F.P. Alberto Guerrero, Orto Sánchez, J. Alberto Moreno. Mc.Graw Hill, 1996.
- Electrotecnia. 2 Bachillerato. Valentin Labarta, J.L. Edt. Donostiarra, 1996.
- Electrotecnia. Ciclos de F.P. y Bachillerato. Pablo Alcalde. Paraninfo, 1996.
- Instalaciones y líneas eléctricas 2-1. Equipo EPS Zaragoza. Bruño-Edebé, 1977.
- Instalaciones y líneas eléctricas 2-2. Equipo EPS Zaragoza. Bruño-Edebé, 1977.
- Instalaciones y líneas eléctricas 2-3. Equipo EPS Zaragoza. Bruño-Edebé, 1977.
- Prácticas de electricidad. Ciclos de F.P. V.Guzman, A. Porras, J. Valverde, F. Fernandez. Mc Graw Hill, 1992.
- Tecnología eléctrica. Ciclos de F.P. y Bachillertao. Castejon, A.; Germán, S. Mc Graw Hill, 1993.
- Tratado práctico de electrotecnia I. Jesús Rapp Ocariz. Edt. J. Rapp, 1989.
- Tratado práctico de electrotecnia II. Jesús Rapp Ocariz. Edt. J. Rapp, 1989.
- Lecciones de electricidad. Bachillerato. Ney, J.; Louis, G. Marcombo, 1984.