

DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS  
EXPERIMENTALES Y SOCIALES

LAS INTERACCIONES CIENCIA, TECNOLOGÍA Y  
SOCIEDAD EN LOS CICLOS FORMATIVOS DE SISTEMAS  
ELÉCTRICOS

EMILIO RÍOS TARAZONA

UNIVERSITAT DE VALENCIA  
Servei de Publicacions  
2005

Aquesta Tesi Doctoral va ser presentada a València el dia 10 de Setembre de 2004 davant un tribunal format per:

- D. Carles Furió Mas
- D. Jenaro Guisasola Aranzábal
- D. Pedro Membiela Iglesias
- D. Ángel Luis Pérez Rodríguez
- D. Valentín Gaviola Catalán

Va ser dirigida per:  
D. Jordi Solbes Matarredona

©Copyright: Servei de Publicacions  
Emilio Ríos Tarazona

---

Depòsit legal:  
I.S.B.N.:84-370-6229-2

Edita: Universitat de València  
Servei de Publicacions  
C/ Artes Gráficas, 13 bajo  
46010 València  
Spain  
Telèfon: 963864115

# UNIVERSITAT DE VALÈNCIA

DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

EXPERIMENTALES Y SOCIALES



**LAS INTERACCIONES CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD**

**EN LOS CICLOS FORMATIVOS DE SISTEMAS ELÉCTRICOS**

Memoria presentada por:

**D. Emilio Rios Tarazona**

Para optar al grado de Doctor

Director de la Tesis:

**Dr. D. Jordi Solbes Matarredona**

Valencia, 2004



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

CERTIFICA: Que la presente memoria de Tercer Ciclo, con el título: “LAS INTERACCIONES CIENCIA, TECNOLOGIA Y SOCIEDAD EN LOS CICLOS FORMATIVOS DE SISTEMAS ELÉCTRICOS “ ha sido realizada por Emilio Rios Tarazona bajo mi dirección.

Para que así conste, y en cumplimiento de la legalidad vigente, presenta esta memoria de Tesis Doctoral en el Dto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales de la Universitat de València, firmando el presente certificado en Valencia, Junio del 2004.

DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS  
EXPERIMENTALES Y SOCIALES  
UNIVERSITAT DE VALÈNCIA

Fdo: Jordi Solbes Matarredona



*Dedicada a mi familia.*





## **AGRADECIMIENTOS**

A todos cuantos con sus críticas y sugerencias ayudaron a la realización de este trabajo.

Este trabajo no hubiera sido posible sin la colaboración desinteresada de mis profesores, compañeros y amigos. Daniel Gil, Carlos José Furió y Amparo Vilches merecen una especial mención.

Quiero expresar mi agradecimiento al Profesor D. Jordi Solbes Matarredona, director de este trabajo de investigación, por su paciencia, sus inestimables consejos y asesoramiento para la elaboración y corrección de la misma, y por su entusiasmo por la labor investigativa.

Agradecer también a mis compañeros y a nuestros alumnos la colaboración prestada, sin la cual no hubiera sido posible este trabajo.

Quisiera también indicar que las personas mencionadas en este trabajo no tienen porque estar totalmente de acuerdo ni compartir todas las ideas que aquí se expresan.





## **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 (Freud 1895, Vygotsky 1932, Luria 1979), con la segunda a intervenido, aprovechado y modificado el medio para resolver problemas y satisfacer necesidades y deseos (Basalla 1994, Cardwell 1994).

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 (Basalla 1994, Derry y Williams 1960).

En nuestra cultura aparecen dos grandes factores que nos diferencian sobremanera de culturas más antiguas, por una parte ha surgido la ciencia, con sus teorías y métodos de investigación, verificación y contraste, por otro la tecnología, inseparable de la anterior, fruto de la aplicación del conocimiento científico sobre las técnicas poseídas anteriormente o de los nuevos modos de resolver problemas y satisfacer necesidades humanas (Medina y Sanmartín 1990).

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 y la comunicación, los modos de producción y el trabajo, la exploración espacial, la forma de defender la paz y hacer la guerra, la

organización económica y política, y el mismo modo de adquirir conocimiento. Por último, ha influido sobre el medio ambiente de modo inherente a su naturaleza 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 generación de subproductos y desechos orgánicos y químicos (Medina y Sanmartín 1990, Vilches 1993).

Así mismo, esa misma sociedad a través de su organización cultural, política, económica e industrial, mediante la interacción de los diferentes grupos sociales y sus necesidades, demandas e intereses, decide el desarrollo y evolución del complejo sistema científico y tecnológico.

Como elementos más problemáticos y polémicos de la relación entre ciencia, tecnología, sociedad y naturaleza se pueden señalar los ambientales. Son problemáticos por las dicotomías o ambivalencias sociales que se establecen entre el deseo de equilibrio ambiental armónico y necesidad de subsistencia, trabajo, deseo de mejora de nivel de vida, demandas, aumentos de población, etc., y la presión ambiental que conlleva, que da lugar a que su solución también lo sea. De este modo su tratamiento se entrecruza con otros conflictos de índole social, económica y cultural que hacen de él un elemento controvertido políticamente, como todo lo relacionado con lo social, y que por su naturaleza puede producir polémicas y polarizaciones (Hlebowitsh y Wraga 1989).

Con relación a la enseñanza aprendizaje de las ciencias experimentales y las tecnologías asociadas, dado el atractivo de su naturaleza, la importancia de los problemas y enigmas tratados y resueltos, el interés e impacto cada vez mayor que tienen en nuestra cultura y nuestras vidas y adoptar opciones que se plantean cada día (National Reserch Council 1996, Gil y Vilches 2001, Caamaño y Vilches 2001, Soler y Gil 2000), sería de esperar que los alumnos mostrasen mayor motivación y mejores actitudes hacía el estudio y aprendizaje de las mismas, pero diversas investigaciones en didáctica de las ciencias experimentales han mostrado que van decreciendo a lo largo de las etapas educativas (James y Smith 1985, Yager y Penich 1983, Simpson y Oliver 1990, Shrigley 1990, Vilches 1993). Además, otras investigaciones en el mismo campo, orientadas a la detección de preconcepciones de los alumnos sobre las ciencias experimentales y las tecnologías asociadas han demostrado que un porcentaje

importante de alumnos poseen imágenes descontextualizada, distorsionadas o incompletas de las mismas, poco conectadas con la realidad, que no consideran aspectos de su historia y su evolución (Gil 1983, Schibeci 1984, Boyer y Tiberghien 1989, Vilches y Solbes 1989, Ribelles 1991, Vilches 1993, Solbes y Traver 1996).

Nos planteamos de este modo una investigación en relación a estos problemas en la etapa de Formación Profesional del ciclo superior, nos preguntamos cuáles son los intereses y actitudes de los alumnos, sus concepciones en torno a las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente (CTSA), y diseñar propuestas de actividades que modifiquen aquellas concepciones descontextualizadas, erróneas o incompletas y aumenten su interés y mejoren sus actitudes hacia el estudio y aprendizaje de las ciencias experimentales y las tecnologías asociadas.

Existen diversos cuestionarios que son pioneros en la investigación sobre las concepciones sobre las relaciones entre Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), por ejemplo “Views on Science-Technology-Society”,. denominado VOSTS (Aikenhead, 1987, Glen, Aikenhead y Ryan, 1992), aplicado por diversos investigadores (Rubba y Harknes 1993, Zoller et col. 1990 y 1991, Vázquez et col. 1998, etc. ), u otros desarrollados en nuestro país sin un nombre específico (Solbes y Vilches 1992, Vilches 1993) y utilizados en diversas investigaciones (Ribelles, Solbes y Vilches 1994, Solbes y Traver 1996, Rios 1999, Solbes y Rios 2002).

Si una de las tareas del sistema educativo es la transmisión de los conocimientos, formas de hacer, normas, valores, creencias, etc., socialmente construidas, que los estudiantes deben asimilar e interiorizar, de una forma original y creativa elaborada por ellos y no idéntica a la transmitida, para hacer de ellos unos ciudadanos responsables que sepan tomar decisiones e insertarlos socialmente, otra de las tareas que están en su base es la transformación de las motivaciones extrínsecas, originalmente muy relacionadas con necesidades naturales, a las de carácter intrínseco relacionadas con la curiosidad, el impulso cognitivo y la motivación al logro personal y social, que constituyen el modo en que el individuo alcanza su inserción y autonomía personal en la sociedad. Además, en el caso específico de la enseñanza de las ciencias experimentales y las tecnologías asociadas, lograr la formación de nuevos científicos y técnicos que comprendan la ciencia y las técnicas para investigar, desarrollar, manipular y mantener las tecnologías.



Debemos considerar que las actitudes del ser humano son complejas, no sólo por las conductas, sino, también por constituir el sistema impulsor de la acción de la personalidad que lleva implícito, que posee diversas dimensiones entre las que se destacan la motivacional y emocional, la cognitiva y la conductual (comportamientos y verbalizaciones observables). Todas estas componentes tienen un origen filogenético (genética de la especie), pero también ontogenético (de experiencia personal) y social (lenguajes simbólicos, conocimientos, creencias, valores, constructos mediacionales, etc.).

De este modo nos podemos plantear los siguientes problemas con relación a la enseñanza de las ciencias físicas y las tecnologías asociadas, ¿qué concepciones poseen los alumnos sobre las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad? ¿qué motivaciones poseen hacia el estudio y aprendizaje de las mismas?, ¿cómo se podrían modificar las concepciones erróneas, incompletas o descontextualizadas, y las motivaciones, para lograr que los alumnos adquiriesen una imagen más completa de la ciencia y la tecnología y mostrasen mayor interés y actitudes más positivas hacia el estudio y aprendizaje de las mismas?

En base a lo anterior, en el presente trabajo de investigación en didáctica de las ciencias experimentales nos proponemos, en alumnos de Formación Profesional específica de grado superior, analizar las concepciones que poseen sobre las complejas relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente, las motivaciones e intereses que poseen hacia el estudio de las ciencias experimentales (electromagnetismo) y las tecnologías asociadas (electrotécnicas).

Como primera hipótesis, relacionada con las concepciones de los alumnos, emitimos que en la enseñanza de la ciencia física (electromagnetismo) y de las tecnologías asociadas (electrotécnicas) se proporciona en ocasiones una imagen neutral, aislada de su contexto social, predominantemente teórica y cuantitativa, que ignora su conexión con el mundo circundante, así como sus aplicaciones en el entorno natural y social.

Consecuentemente, algunos alumnos tendrán una visión distorsionada de la ciencia y de la tecnología, descontextualizada del medio social y ambiental, que

posiblemente pueda ser una de las causas de falta de interés, rechazo y actitudes negativas hacia su estudio y aprendizaje, y se vuelquen sobre el saber hacer y la realización de prácticas asociadas.

Como segunda y última hipótesis, es posible que un tratamiento didáctico de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente aumente el interés de los alumnos y mejore sus actitudes hacia el estudio y aprendizaje de las ciencias físicas (electromagnetismo) y las tecnologías asociadas (electrotécnicas), y proporcione una imagen más contextualizada, más completa y menos distorsionada de las mismas. Para ello realizaremos el diseño y propondremos a los alumnos un conjunto de actividades, en relación a las interacciones CTS, que amplíen y modifiquen sus concepciones sobre las complejas relaciones entre ciencia y tecnología a lo largo de la historia y muestren sus aplicaciones e implicaciones en el medio y la sociedad, que de este modo aumentarán su interés y mejorarán sus actitudes hacia el estudio y aprendizaje de las mismas, como han probado diversos investigadores (Vilches 1993, Ribelles, Solbes y Vilches 1995, Solbes y Traver 1996).

El desarrollo que tendrá el presente trabajo de investigación será el siguiente: En el capítulo 1 planteamos el problema en sus diversas dimensiones, tal como ya hemos comentado, para posteriormente desarrollarlo por etapas sucesivas. En los capítulos 2, 3, y 4 tratamos la primera hipótesis: formulación y fundamentación, diseño experimental y exposición de resultados. En esta hipótesis tratamos sobre las concepciones que poseen los alumnos sobre las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y naturaleza (CTS), cuyos resultados trataremos de comparar con los obtenidos por otros investigadores en didáctica de las ciencias experimentales. Además analizaremos el tipo de motivaciones, como componente cuantificable de las actitudes y motor del ciclo actitudinal, que los alumnos poseen para realizar los estudios de Formación Profesional específica de ciclo o grado superior. A partir de las concepciones sobre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente, y las motivaciones que poseen los alumnos para realizar sus estudios, estamos en una posición óptima para que través de un adecuado tratamiento didáctico de las interacciones CTS, intentar modificar las motivaciones, aumentando las intrínsecas, el impulso cognitivo y la motivación al logro y, en segundo lugar, ampliar las concepciones que posean los alumnos sobre las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y naturaleza, y modificar aquellas que sean incompletas o distorsionadas. De

ambos modos conseguiremos un mayor interés y mejores actitudes hacia el estudio de las ciencias experimentales y las tecnologías asociadas y dar una imagen más completa de estas. Estos aspectos los desarrollamos en los capítulos 5, 6 y 7, en los que se formula y fundamenta la segunda hipótesis, se realiza su diseño experimental y se analizan los resultados obtenidos.

Cada hipótesis principal será descompuesta en subhipótesis secundarias asociadas que hagan más sencilla la introducción a la investigación del problema, fraccionándolo en las diversas dimensiones que revierte, y hacer más sencillo su diseño experimental, análisis y tratamiento.

Finalmente en el capítulo 8 realizaremos una recapitulación y comentario de las conclusiones más importantes que se puede extraer de esta investigación, la compararemos con los resultados obtenidos por otros investigadores, y expondremos las nuevas perspectivas que se pueden abrir en la investigación de la didáctica de las ciencias experimentales. A continuación exponemos el índice general de contenidos (planteamiento del problema, hipótesis, fundamentación teórica, diseños experimentales, análisis de resultados y conclusiones) de la presente investigación.

## **INDICE DEL CONTENIDO**

<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>1</b>
<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>16</b>
<b>2. FORMULACIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DE LA PRIMERA HIPÓTESIS... 22</b>	
<b>2.1. FORMULACIÓN DE LA PRIMERA HIPÓTESIS.....22</b>	
2.1.A. Subhipótesis en relación a la primera parte de la hipótesis: concepciones sobre interacciones CTS.....	23
2.1.B. Subhipótesis en relación a la segunda parte de la hipótesis: motivaciones, intereses y actitudes de los alumnos.....	24
<b>2.2. FUNDAMENTACIÓN DE LA PRIMERA PARTE DE LA HIPÓTESIS .....</b>	<b>25</b>
2.2.1. Conocimiento científico y conocimiento escolar. Alfabetización científica y tecnológica. ....	26
2.2.2. Visiones habituales sobre la ciencia y la tecnología transmitidos por la enseñanza .....	28
2.2.3. Análisis de los componentes del currículum para detectar posibles errores e ideas incompletas en las concepciones sobre las interacciones CTS .....	31
<b>2.3. FUNDAMENTACIÓN DE LA SEGUNDA PARTE DE LA HIPÓTESIS.....</b>	<b>47</b>
2.3.1. El sistema motivacional.....	48
2.3.2. Autonomía motivacional. Tipos. ....	49

2.3.3. Las motivaciones por su carácter interno/externo.....	51
2.3.4. Las motivaciones por los objetivos del sujeto .....	55
2.3.5. Las atribuciones causales y el ciclo actitudinal .....	58
2.3.6. El ciclo actitudinal. Evaluación actitudinal.....	65
<b>3. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA VERIFICACIÓN DE LA PRIMERA HIPÓTESIS .....</b>	<b>71</b>
<b>3.1. OPERATIVIZACIÓN DE LA PRIMERA HIPÓTESIS .....</b>	<b>71</b>
<b>3.2. PRIMERA PARTE DE LA HIPÓTESIS. SUBHIPÓTESIS EN RELACIÓN A CONCEPCIONES SOBRE INTERACCIONES CTS .....</b>	<b>72</b>
3.2.1. Análisis de textos.....	73
3.2.2. Análisis de las concepciones de los alumnos.....	75
3.2.3. Origen de las concepciones de los alumnos.....	76
3.2.4. Concepciones de los profesores.....	76
<b>3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA CONTRASTAR LA PRIMERA PARTE DE LA HIPÓTESIS .....</b>	<b>77</b>
3.3.1. Cuestionario para el análisis de textos y criterios de valoración.....	77
3.3.2. Cuestionarios para el análisis de las concepciones de los alumnos .....	84
3.3.3. Cuestionario para el análisis del origen de las concepciones de los alumnos sobre CTS .....	93
3.3.4. Cuestionario para el análisis de concepciones de los profesores .....	95
<b>3.4. SEGUNDA PARTE DE LA HIPÓTESIS. SUBHIPÓTESIS CON RELACIÓN A MOTIVACIONES, INTERESES Y ACTITUDES .....</b>	<b>95</b>
<b>3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA CONTRASTAR LA SEGUNDA PARTE DE LA HIPÓTESIS.....</b>	<b>97</b>
3.5.1. Cuestionario para el análisis de las motivaciones, intereses y actitudes y criterios de valoración .....	97
<b>4. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA PRIMERA HIPOTESIS .....</b>	<b>105</b>
<b>4.1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>105</b>
<b>4.2. CUESTIONARIO SOBRE LIBROS DE TEXTO.....</b>	<b>106</b>
<b>4.3. CUESTIONARIO SOBRE CONCEPCIONES DE LOS ALUMNOS.....</b>	<b>110</b>
<b>4.4. CUESTIONARIO SOBRE ORIGEN DE LAS CONCEPCIONES DE LOS ALUMNOS .....</b>	<b>128</b>
<b>4.5. CUESTIONARIOS SOBRE MOTIVACIONES E INTERESES DE LOS ALUMNOS .....</b>	<b>132</b>
<b>4.6. CONCEPCIONES DE LOS PROFESORES.....</b>	<b>143</b>
<b>5. FORMULACIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DE LA SEGUNDA HIPÓTESIS</b>	<b>149</b>
<b>5.1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>149</b>
<b>5.2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACION DE LA SEGUNDA HIPOTESIS.....</b>	<b>150</b>
<b>5.3. FUNDAMENTACION DE LA SEGUNDA HIPÓTESIS .....</b>	<b>150</b>
5.3.1. Las actividades CTS y el constructivismo. ....	151
5.3.2. Temas de relación entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente que pueden ser tratados en la enseñanza de las ciencias. ....	154

5.3.3. Objetivos didácticos que se pueden conseguir con las actividades CTS .....	158
5.3.4. La introducción de actividades CTS en los programas .....	162
5.3.5. Investigaciones sobre imagen de la ciencia y actitudes de los alumnos con el tratamiento didáctico de las interacciones CTS .....	168
5.3.6. Criterios didácticos y metodológicos para el diseño de actividades. ....	169
<b>6. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA VERIFICACIÓN DE LA SEGUNDA HIPÓTESIS .....</b>	<b>176</b>
<b>6.1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>176</b>
<b>6.2. OPERATIVIZACIÓN DE LA SEGUNDA HIPÓTESIS.....</b>	<b>176</b>
6.2.1. Operativización de la primera subhipótesis .....	178
6.2.2. Operativización de la segunda subhipótesis.....	178
6.2.3. Operativización de la tercera subhipótesis.....	179
6.2.4. Operativización de la cuarta subhipótesis.....	179
<b>6.3. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA CONTRASTACIÓN DE LA PRIMERA SUBHIPÓTESIS, REFERENTE A QUE ES POSIBLE EL DISEÑO Y ELABORACIÓN DE ACTIVIDADES CTS SIGUIENDO UNA METODOLOGÍA CONSTRUCTIVISTA .....</b>	<b>180</b>
6.3.1. Criterios didácticos para la elaboración de las actividades CTS.....	181
6.3.2. Método de diseño, elaboración, prueba y evaluación de las actividades CTS.....	181
<b>6.4. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA CONTRASTACIÓN DE LA SEGUNDA SUBHIPÓTESIS, REFERENTE A LA MEJORA DE LAS IDEAS DE LOS ALUMNOS SOBRE LA CONTEXTUALIZACIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA.....</b>	<b>184</b>
<b>6.5. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA CONTRASTACIÓN DE LA TERCERA SUBHIPÓTESIS, REFERENTE AL AUMENTO DE INTERÉS Y LA MEJORA DE ACTITUDES CON RELACIÓN AL ESTUDIO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA .....</b>	<b>185</b>
<b>6.6. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA CONTRASTAR LA CUARTA SUBHIPÓTESIS.....</b>	<b>187</b>
<b>6.7. PRESENTACIÓN DEL CONJUNTO DE ACTIVIDADES INCLUIDAS EN EL PROGRAMA HABITUAL.....</b>	<b>188</b>
<b>6.8. EJEMPLO DE ACTIVIDADES DE RELACIONES CTS.....</b>	<b>189</b>
6.8.1. BUSQUEDA DE NOTICIAS Y ARTICULOS SOBRE ELECTRICIDAD Y ELECTROTECNIA.....	189
6.8.2. BUSQUEDA DE CATÁLOGOS DE FABRICANTES.....	189
6.8.3. CONTINUIDAD EN LOS DISEÑOS. MÁQUINAS DE WATT Y PAGE .....	190
6.8.4. DESARROLLO DE LA LAMPARA INCANDESCENTE. LA BOMBILLA .....	192
6.8.5. DESARROLLO DE LAS LINEAS: INSTALACIÓN Y AISLADORES.....	195
6.8.6. CENTRAL TERMICA .....	198
6.8.7. DEPOSITO DE AGUA. SISTEMA ELÉCTRICO DE ABASTECIMIENTO .....	200
6.8.8. PROTECCION CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS .....	202
6.8.9. PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE UN TALLER METALURGICO.....	204
6.8.10. ACTIVIDADES EXTRAESCOLARES EN EL ENTORNO SOCIAL .....	207
<b>7. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA SEGUNDA HIPÓTESIS .....</b>	<b>210</b>
<b>7.1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>210</b>
<b>7.2. RESULTADOS OBTENIDOS REFERENTES A QUE ES POSIBLE EL DISEÑO Y ELABORACIÓN DE ACTIVIDADES CTS SIGUIENDO UNA METODOLOGÍA CONSTRUCTIVISTA .....</b>	<b>211</b>

<b>7.3. RESULTADOS OBTENIDOS REFERENTES A QUE ES POSIBLE LA MEJORA DE LAS IDEAS DE LOS ALUMNOS SOBRE LA CONTEXTUALIZACIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA . COMPARACIÓN DE RESULTADOS ENTRE EL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL CON RELACIÓN A CONCEPCIONES CTS.....</b>	<b>212</b>
7.3.1. Comparación de resultados del Cuestionario I, concepciones CTS.....	213
<b>7.4. RESULTADOS OBTENIDOS REFERENTES A QUE ES POSIBLE EL AUMENTO DE INTERÉS Y LA MEJORA DE ACTITUDES CON RELACIÓN AL ESTUDIO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA AL REALIZAR ACTIVIDADES CTS. ....</b>	<b>231</b>
7.4.1. Comparación de intereses y actitudes de alumnos en relación a los procesos de enseñanza-aprendizaje. Cuestionario III. ....	231
7.4.2. Interés de lo que aprenden en cada una de las actividades a criterio de los alumnos. ....	243
7.4.3. Resultados referentes a las actividades CTS que han resultado más interesantes para los alumnos a lo largo del curso.....	256
<b>7.5. RESULTADOS OBTENIDOS REFERENTES A QUE LOS PROFESORES VALORARÁN POSITIVAMENTE LA PROPUESTA DEL CONJUNTO DE ACTIVIDADES.....</b>	<b>258</b>
<b>8. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS.....</b>	<b>262</b>
<b>8.1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>262</b>
<b>8.2. CONCLUSIONES DEL DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA VERIFICACIÓN DE LA PRIMERA HIPÓTESIS .....</b>	<b>263</b>
8.2.1. Referidas a libros de texto .....	264
8.2.2. Referidas a profesores.....	265
8.2.3. Referidas a concepciones de los alumnos de control.....	266
8.2.4. Referidas al origen de las concepciones de los alumnos de control.....	268
8.2.5. Sobre intereses y actitudes de los alumnos de control .....	269
<b>8.3. CONCLUSIONES DEL DISEÑO EXPERIMENTAL DE LA SEGUNDA HIPÓTESIS .</b>	<b>271</b>
8.3.1. Es posible la elaboración y diseño de materiales para actividades CTS de acuerdo a una metodología constructivista, que sirvan para contextualizar la ciencia y la tecnología y mejorar las actitudes de los alumnos, especificando los criterios de elaboración .....	272
8.3.2. La introducción de las actividades CTS con una metodología constructivista, basada en el cambio conceptual, metodológico y actitudinal, que tenga en cuenta las ideas previas de los alumnos, mejorará sus ideas sobre las relaciones existentes entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente, disminuyendo sus concepciones incompletas o erróneas sobre las mismas. ....	272
8.3.3. La introducción de las actividades CTS con una metodología basada en el cambio conceptual, metodológico y actitudinal de los estudiantes producirá en ellos un aumento de interés y una mejora de actitudes con relación al estudio de las ciencias y las tecnologías asociadas y hacia los procesos de enseñanza y aprendizaje. ....	276
8.3.4. La propuesta de actividades elaborada es valorada positivamente por los profesores a los que se les ha presentado.....	278
<b>8.4. PERSPECTIVAS.....</b>	<b>279</b>
<b>BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS .....</b>	<b>284</b>
<b>ANEXO I. MUESTRA DE LIBROS ANALIZADOS .....</b>	<b>300</b>
<b>ANEXO II. ACTIVIDADES RELACIONADAS CON LA SEGUNDA HIPÓTESIS ORGANIZADAS POR TIPOS .....</b>	<b>302</b>
<b>1. ACTIVIDADES SOBRE LA HISTORIA DE LA ELECTRICIDAD .....</b>	<b>304</b>
1.1. UNA BREVE RELACIÓN DE APORTACIONES.....	305
1.2. EVOLUCION DEL CONDENSADOR. BOTELLA DE LEYDEN .....	311

1.3. ALESSANDRO VOLTA. PILA DE VOLTA .....	313
1.4. BALANZA DE TORSIÓN DE COULOMB .....	315
1.5. CONTADOR DE ENERGIA EN C.C. DE ELIHU THOMSON .....	317
<b>2. ACTIVIDADES SOBRE ENERGÍAS.....</b>	<b>320</b>
2.1. MINICENTRALES HIDROELÉCTRICAS. MAQUINAS ASÍNCRONAS .....	321
2.2. MINICENTRAL EÓLICA. ALTERNADOR ASÍNCRONO .....	323
2.3. BOMBEO EOLICO. MOLINO DE VIENTO.....	325
<b>3. ACTIVIDADES SOBRE SEGURIDAD EN LA UTILIZACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.....</b>	<b>327</b>
3.1. PROTECCION CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.....	328
3.2. ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN. PROTECCIÓN CONTRA DEFECTOS DE AISLAMIENTO Y CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS.....	331
<b>4. ACTIVIDADES SOBRE GENERADORES Y MOTORES.....</b>	<b>336</b>
4.1. ORIGEN DEL MOTOR DE INDUCCION. DISCO DE ARAGO .....	337
4.2. MOTOR DE INDUCCIÓN DE TESLA.....	339
4.3. GENERADOR ELEMENTAL DE MICHAEL FARADAY .....	341
4.4. ORIGEN DE ALTERNADORES Y DINAMOS. DINAMO DE PIXII .....	343
4.5. DINAMO-MOTOR SIEMENS DE ROTOR CILINDRICO Y DEVANADO SIMPLE .....	345
<b>5. ACTIVIDADES SOBRE LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN.....</b>	<b>348</b>
5.1. DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA I .....	349
5.2. DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA II. PROTECCIONES .....	351
5.3. TRANSFORMADORES Y LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN.....	353
5.4. DESARROLLO DE LAS LINEAS: CONDUCTORES Y AISLANTES .....	355
<b>6. ACTIVIDADES SOBRE TRANSFORMADORES .....</b>	<b>361</b>
6.1. ORIGEN DE LOS TRANSFORMADORES. EXPERIMENTO DE FARADAY .....	362
6.2. EVOLUCIÓN DEL NUCLEO DE LOS TRANSFORMADORES .....	364
<b>7. ACTIVIDADES SOBRE ILUMINACIÓN .....</b>	<b>367</b>
7.1. DESARROLLO DE LA LÁMPARA DE DESCARGA POR IONIZACIÓN .....	368
7.2. ILUMINACION DE UN CAMPO DEPORTE .....	371
<b>8. ACTIVIDADES SOBRE APLICACIONES VARIAS.....</b>	<b>373</b>
8.1. LOCOMOTORA ELÉCTRICA .....	374
8.2. CALENTADOR DE AGUA .....	376
8.3. ACHIQUE CON BOMBA ELÉCTRICA .....	378
8.4. PROYECTO DE LINEA SUBTERRANEA DE DISTRIBUCION EN B.T. ....	380
<b>9. ACTIVIDADES EN EL ENTORNO SOCIAL O EXTRAESCOLARES.....</b>	<b>382</b>
9. ACTIVIDADES EN EL ENTORNO SOCIAL O EXTRAESCOLARES .....	383
<b>ANEXO III. ESTADÍSTICOS UTILIZADOS.....</b>	<b>387</b>
A-1. Caso de variables binarias.....	387
A-2. Caso de variables continuas en un intervalo [a,b].....	388

## **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*, 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. Los laboratorios científicos y la comunidad científica se establecen como instancias máximas para validar hipótesis en relación a cuestiones de hechos. En 1666 se funda la *Académie des Sciences* con los mismos propósitos. “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 col. 1992).

Desde esa época se han gestado, desarrollado y 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 ya en el siglo XIX, para formar científicos y profesionales de las industrias.

En relación a la enseñanza Santiago Ramón y Cajal (1898) aconseja “inculcar a los alumnos los métodos de estudio, el arte de pensar por cuenta propia, las ideas prácticas, los principios fecundos y luminosos a cuya aplicación se deben las invenciones industriales y descubrimientos científicos”.

Así mismo, Ortega (1939) señala 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 estas 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 engarce posible con la vida real.

El desarrollo de la Formación Profesional en España ha dependido fundamentalmente del desarrollo industrial, las tasas de paro y empleo, y las políticas educativas de los gobiernos (Rull 1983). A principios de siglo éstas enseñanzas eran escasas, debido a la escasa demanda social, desarrollo industrial y pobreza del país, a excepción quizás de Cataluña, donde el desarrollo e importancia de la industria textil tuvo una gran pujanza económica. Las formaciones técnicas especializadas respondían más a niveles superiores, y las formaciones medias a las de bachillerato, no siendo hasta mediados del siglo XX que tuvieron un desarrollo importante para la aplicación de tecnologías en los sectores industriales, que alcanzaron un momento álgido en los años

sesenta con las inversiones y planes de desarrollo, que han continuado hasta hoy (Farriols et col. 1994).

El tratamiento de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y naturaleza (estudios CTS) tiene diversos orígenes, y se pueden diferenciar varias líneas según los fines que se deseaban conseguir, todas ellas nacidas en Estados Unidos de América y que luego se extendieron por el resto del mundo con el desarrollo industrial y urbanístico. En primer lugar la formación especialistas que dominasen diversas áreas para la gestión de grandes proyectos de investigación, desarrollo y construcción (industrial, urbanístico, espacial etc.) que relacionaban gran cantidad de empresas y recursos. En segundo lugar el surgimiento de movimientos culturales, filosóficos y políticos de reivindicación de igualdad de derechos y participación en decisiones públicas, junto con el nacimiento de una conciencia ciudadana crítica respecto a algunos efectos negativos que generaba una utilización descontrolada de la ciencia y la tecnología, que dio lugar a diversas asociaciones que coordinan la información e impulsan programas de formación. En relación con la anterior se generó la formación de expertos para la gestión y evaluación pública en políticas de desarrollo industrial e impacto, conservación y equilibrio ambiental, que generaron diversos organismos y legislaciones al respecto (Medina y Sanmartín 1990, Sanmartín 1992, Del Carmen et col. 1997).

Desde el punto de vista de la enseñanza todos estos aspectos contribuyeron a que en los programas de formación, en los diversos niveles educativos, se incluyesen aspectos que trataran relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y naturaleza, para lograr una formación más completa de ciudadanos informados y responsables. Por otra parte, contribuyen a mejorar el aprendizaje al posibilitar contextualizar las aplicaciones y dar una imagen más completa de la ciencia y la tecnología.

En los actuales planes de estudio de nuestro país se han introducido también estos aspectos añadidos a los objetivos de formar científicos y técnicos, de tal modo que los alumnos adquieran una comprensión de la sociedad y del entorno que les rodea, para 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 optativas de las relaciones entre

Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), cuyos objetivos y contenidos pueden servir como guía en algunos aspectos para la enseñanza de las asignaturas científicas en secundaria.

De acuerdo con lo anterior, y teniendo presentes los problemas de la enseñanza usual, en esta investigación nos proponemos analizar: **¿qué concepciones poseen los alumnos de Formación Profesional en torno a las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente?, ¿qué motivaciones poseen para realizar sus actividades de estudio y aprendizaje?, y en base a las mismas, ¿cómo diseñar actividades que mediante un adecuado tratamiento de las relaciones CTS modifiquen aquellas concepciones distorsionadas o incompletas que posean, aumenten su interés y mejoren sus actitudes respecto al aprendizaje de las ciencias físicas y las tecnologías asociadas?**

En los siguientes capítulos desarrollamos los diferentes aspectos que forman parte de la investigación.

## **CAPITULO 2**

### **FORMULACIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DE LA**

### **PRIMERA HIPÓTESIS**



## 2. FORMULACIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DE LA PRIMERA HIPÓTESIS

### 2.1. FORMULACIÓN DE LA PRIMERA HIPÓTESIS

Como ya comentamos sobre los problemas que nos proponemos investigar, no podemos dudar la relevante importancia que tiene la ciencia y la tecnología en nuestra cultura, la influencia de la ciencia en los saberes sobre el medio natural y social, lo rodeado e inmerso que está el ciudadano en los productos tecnológicos y la influencia que ejercen en su vida. No se puede poner en duda la evidente conexión que tienen las enseñanzas de estas materias con el mundo circundante, 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 fundamentada de decisiones. A pesar de todo esto, los alumnos no parecen mostrar la motivación 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 hipótesis, es que: **En la enseñanza de la ciencia física (electromagnetismo) y de las tecnologías asociadas (electrotécnicas) se proporciona en ocasiones una imagen aislada de su contexto social, predominantemente teórica y cuantitativa, que ignora su conexión con el mundo circundante, así como sus aplicaciones en el entorno natural y social, adquiriendo los alumnos una visión incompleta, distorsionada y descontextualizada de la ciencia y de la tecnología.**

Como consecuencia de ello es de suponer, lo que constituye la segunda parte de la hipótesis, que: **Posiblemente esto pueda ser una de las causas de falta de interés,**



**rechazo y actitudes negativas hacia el estudio y aprendizaje de las ciencias y sus tecnologías asociadas y prefieran la realización de prácticas.**

Para un análisis más detallado y riguroso, que facilite la demostración de nuestra hipótesis, la factorizamos en dos grupos de subhipótesis, las relacionadas con concepciones en torno a las interacciones CTS y las relacionadas con intereses y actitudes respecto a los estudios que realizan.

### **2.1.A. Subhipótesis en relación a la primera parte de la hipótesis: concepciones sobre interacciones CTS**

La primera hipótesis hace necesario un análisis de la enseñanza habitual y de sus consecuencias en los alumnos, lo que lleva a emitir las siguientes subhipótesis:

1. Tanto los profesores como los libros de texto muestran una imagen deformada de la ciencia, la tecnología y los científicos, desconectada de su entorno, sin mostrar sus complejas relaciones entre las mismas, con la sociedad y la naturaleza.
2. 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 la naturaleza.
3. Además, poseerán una visión muy teórica de la ciencia y la tecnología, desconociendo muchas de sus aplicaciones y los fundamentos científicos en los que están basadas.
4. Aunque el origen de las concepciones sobre las relaciones CTS es multifactorial, no valoraran suficientemente a los profesores como origen de sus concepciones sobre ciencia y tecnología.

### **2.1.B. Subhipótesis en relación a la segunda parte de la hipótesis: motivaciones, intereses y actitudes de los alumnos.**

Relacionado con la primera parte de la hipótesis creemos que es posible que eso sea una de las causas de desinterés, desmotivación y actitudes negativas de los alumnos hacia el estudio de las ciencias experimentales y las tecnologías asociadas, y que antepone a ellos los saberes prácticos (realización de trabajos prácticos en talleres) y la realización de proyectos (elaboración de memorias descriptivas y justificativas de diseños técnicos). Se trata de valorar (Hodson 1985 y 1996, Vázquez et col. 1988) las actitudes de los alumnos hacia los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias y las tecnologías asociadas, teniendo en cuenta los resultados obtenidos por Solbes y Vilches (1992) con estudiantes de BUP y COU. Descomponemos este análisis actitudinal en varias dimensiones: Motivaciones para realizar los estudios académicos actuales y los intereses y emociones en relación a diversos factores de la enseñanza. Los factores de la enseñanza-aprendizaje los consideramos en tres coordenadas: primero, factores más valorados para que los estudios realizados sean más interesantes, segundo, factores que pueden despertar mayor interés por los estudios realizados, y tercero, factores que pueden crear una actitud desfavorable o de desinterés hacia los estudios. Por último analizamos el tipo de actividades experimentales, prácticas y de investigación para ver en que grado se aproxima lo que los alumnos desearían con lo que realizan, y el grado de valoración que alcanzan las enseñanzas recibidas en ciencia y tecnología hasta la actualidad. Emitimos las siguientes subhipótesis:

1. En relación a las motivaciones personales de los alumnos, tendrán un gran peso las de carácter extrínseco, en concreto obtener el título para conseguir trabajo, acorde con los intereses más inmediatos de los alumnos para su inserción en el mundo laboral, y punto de partida para que en el proceso de enseñanza aprendizaje se vayan generando motivaciones intrínsecas de carácter cognitivo y de logro académico.

2. Los factores que más valorarán y despertarían mayor interés en los alumnos, son la realización de prácticas, los materiales para realizarlas, la metodología de los profesores y la conexión con la realidad, es decir, factores relacionadas con el área del saber hacer, con el modo de impartir la instrucción y la enseñanza de los profesores en los saberes teóricos y prácticos (¿qué es?, ¿cómo?, ¿por qué?, ¿con qué?, etc.) y la conexión de lo que estudian y las actividades que realizan con la realidad.
3. Los factores que pueden contribuir a crear una actitud desfavorables o de desinterés de los alumnos hacia los estudios que realizan serán los profesores y su metodología, los compañeros, la utilidad de lo impartido y los materiales utilizados.
4. No valorarán suficientemente las situaciones problemáticas que requieran procesos de investigación para su resolución.
5. No valorarán suficientemente las enseñanzas recibidas hasta la actualidad sobre las ciencias experimentales y las tecnologías asociadas.

Debemos señalar que la valoración de factores que los alumnos consideren desfavorables suele ser en general alto en cuestionarios abiertos e impersonales (Vázquez et col. 1998), lo cual no debe ser óbice para que se puedan considerar algunas de las propuestas de los alumnos para aumentar sus intereses y motivaciones y mejorar sus actitudes hacia los procesos de enseñanza y aprendizaje.

## **2.2. FUNDAMENTACIÓN DE LA PRIMERA PARTE DE LA HIPÓTESIS**

Para fundamentar la primera parte de la hipótesis, relacionada con concepciones sobre ciencia, tecnología y sociedad, 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 conocimientos científicos y valores a los estudiantes, junto con una

alfabetización científica y tecnológica y una formación profesional (de base o específica según el nivel educativo) (UNESCO 1983, LOGSE 1990, National Reserch Council 1996), 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 relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y naturaleza (relaciones CTS).

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

Según Gil (1994-b), epistemológicamente, el conocimiento elaborado en la escuela sobre ciencia y tecnología 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 (Carmen et col. 1997, Cajas 2001). Y debe señalarse esto para evitar simplificaciones excesivas que llevan a visiones simplistas y erróneas de la actividad científica y tecnológica, como han puesto de manifiesto diversas investigaciones en torno a visiones deformadas de la ciencia y el trabajo científico (Hodson 1993, Meichstry 1993).

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 (y tecnologías asociadas)*, entrando en juego la denominada *alfabetización científica y tecnológica*.

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

- Adquisición de conocimientos 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-b) 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 basados en el conocimiento común especializado.
- Desarrollo de un interés crítico por la actividad científica: Plantea la cuestión del interés y actitudes hacia la ciencia.

Para Gilbert (1992) y Fleming (1989), con relación a la alfabetización tecnológica, pueden considerarse además de los anteriores, los diversos aspectos del modelo de Pacey 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, es decir, lo que denominan estudios sociales de ciencia y tecnología.
- 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.

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

### **2.2.2. Visiones habituales sobre la ciencia y la tecnología transmitidos por la enseñanza**

Es interesante en este aspecto un trabajo publicado por Gil (1993) en el que trata errores conceptuales sobre la naturaleza del trabajo científico, que constituye lo que denomina epistemología “espontanea” de los profesores de ciencias, y que consiste en presentar algunas ideas deformadas de la ciencia. 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 que pueden ser transmitidas sobre el trabajo científico, explícita o implícitamente, en la enseñanza de las ciencias:

**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 apromblemática 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" y 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 las de los propios alumnos... En el mismo sentido,

se presenta el trabajo científico como un dominio reservado a minorías especialmente dotadas.

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 de la ciencia como factor absoluto de progreso o rechazo sistemático (a causa de su capacidad destructiva, efectos contaminantes, etc.).

10. **Visión puramente sociológica de la ciencia:** Polo opuesto de la anterior, supone diluir la especificidad del conocimiento científico y se le presenta como un producto natural de la sociedad, similar al conocimiento común.

En cuanto a la ciencia y la tecnología (Gilbert 1992) hay tres visiones diferentes de su papel en la sociedad (Sanmartín 1992), que incluso va a depender de áreas de acción:

- "Visión humana", la cual la ve como una respuesta evolutiva a las necesidades humanas.
- "Visión titánica", como un intento heroico de dominar la dura, agresiva e inhóspita naturaleza.
- "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 col. 1992), y en coherencia con las concepciones erróneas sobre el trabajo científico que se han señalado, son equivocadas al no considerar la contextualización social y la toma de decisiones.

También existen dos visiones conflictivas de cómo la ciencia y la tecnología son dirigidas y cómo evolucionan (Gilbert 1992, Sanmartín et col. 1992, Woolgar 1984, Mithman 19889):

- "Determinismo científico y tecnológico". Ve el cambio científico y tecnológico independiente de los valores y metas generales de la sociedad, siendo capaz de modelar la sociedad.
- "Construcción social de la ciencia y la tecnología". Ve el desarrollo científico y 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 ciencia y la tecnología se ven descontextualizadas del medio social en el cual se toman las decisiones, estando apoyada en una visión de la ciencia neutral y también determinista, lo cual constituye una visión deformada desde el punto de vista del trabajo científico. El segundo supone un determinismo sociológico que no respeta el desarrollo, en parte autónomo, de la ciencia y la tecnología. Desde nuestro punto de vista la visión más completa es la interacción entre ciencia, tecnología y sociedad (Vilches 1993, Solbes y Vilches 1997, Solbes 2002 y 2003, Solbes y Rios 2003).

### **2.2.3. Análisis de los componentes del currículum para detectar posibles errores e ideas incompletas 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 pueden transmitir ideas deformadas e

incompletas 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: transmisión/recepción pasiva, descubrimiento/acción autónoma, transmisión/recepción significativa y el constructivismo, dentro de esta última se puede destacar la idea de enseñanza problemática o por investigación. Aunque en la práctica educativa común puedan aplicarse modelos que abarquen un amplio espectro entre los mismos:

#### 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 (Yager y Penich 1983, Vilches 1993).

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

Como reacción a ésta enseñanza tradicional de las ciencias, y en parte debido a la conmoción de la puesta en órbita del Sputnik en 1957 por los soviéticos, surgió, como

reacción en Estados Unidos en los años 60 (Gil 1993, Hlebowisth y Wraga 1989), una corriente denominada de enseñanza por descubrimiento autónomo que pretendía la aproximación de la actividad de los alumnos a la actividad científica y tecnológica, 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.

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 experimentales, 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 en el laboratorio.
- Generación de motivaciones y actitudes positivas hacia la ciencia y su aprendizaje.
- Comprensión, por sus métodos, de la construcción y evaluación de teorías.
- Constituyó el principio de reestructuraciones posteriores en la didáctica de las ciencias.

Cabe mencionar que el reduccionismo experimentalista o inductivismo extremo 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 y elaborar 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 elaborado y 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 limitarse a un aprendizaje exclusivamente experimental y práctico que deje de lado los aspectos conceptuales y axiológicos.

- No contribuir a que los alumnos adquieran una visión empobrecida y deformada de la ciencia y la tecnología y del trabajo científico, que en alguna medida pueden ser responsables de las actitudes negativas hacia la ciencia y su aprendizaje.

Factores todos ellos que a veces no se suelen tener en cuenta en la enseñanza habitual.

#### 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 y Easley (1978) o Gilbert (1983), 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 unos denominan “prehistoria del aprendizaje” (Vygotsky 1934), “nociones precientíficas” (Piaget 1970) , o “lo que el alumno ya sabe” ( Ausubel 1978), que son fruto de experiencias cotidianas del alumno, del lenguaje del medio cultural o de la propia enseñanza al transmitir errores conceptuales o ideas incompletas (Solbes 1986, Carrascosa 1987). La mayoría de los estudios realizados coinciden en caracterizar los conocimientos previos de los estudiantes como (Gil 1986, Furio y Guisasola 1999, Guisasola et col. 2003):

- 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 y Odman 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 col. (1982) identificaron cuatro condiciones para que tenga lugar el cambio conceptual (Beltran et col. 1987, Furio y Guisasola 1999, Montanero y col. 2001):

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

Este cambio conceptual precisa, sobre la base de lo anterior (Osborne y Wittrock 1985, Driver y Odman 1986, Hewson y Hewson 1988, Pozo 1989, Gil 1993, Furio y Guisasola, 1999), de las siguientes fases:

- Explicitación de las concepciones de los alumnos, no debiendo ser tratado como la autoconstatación de errores conceptuales de los mismos.
- 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.
- Introducción de los nuevos conceptos.
- 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 o por descubrimiento.

Este *cambio conceptual* posee cierto paralelismo con la evolución histórica de los conocimientos científicos, en el cual se combinan el análisis, la creatividad, el pensamiento divergente, la emisión y contrastación de hipótesis mediante experimentos en condiciones controladas, y la búsqueda de coherencia global de la teoría.

#### 2.2.3.A.5. El modelo de enseñanza constructivista por investigación

El cambio conceptual guarda ciertas similitudes con la investigación científica o tratamiento científico de problemas (Gil 1994-b) y supone por tanto, no sólo un cambio conceptual, sino también un *cambio metodológico*. La propuesta de aproximar el aprendizaje de las ciencias a una investigación supone el tratamiento de situaciones problemáticas relevantes para la construcción de conocimientos científicos, incorporando de este modo, además, la dimensión tecnológica, destacando aspectos esenciales en el trabajo científico y técnico:

- Discusión de posible interés y relevancia de la situación problemática propuesta que de sentido a su estudio formando una primera idea motivadora para abordarla: necesidad que la originó (individual, social o ambiental), comprensión del medio, etc.
- Estudio cualitativo, significativo, de la situación problemática abordada, formulando preguntas y explicitando concepciones, para su comprensión y acotación en base a los conocimientos disponibles.
- Emisión de hipótesis, utilizando conceptos personales que expresen las ideas alternativas de los alumnos, susceptibles de ser sometidas a prueba.
- Elaboración y puesta en práctica de estrategias de resolución, tales como el diseño y realización de montajes, y la experimentación para someter a prueba las hipótesis.
- Análisis y comunicación de resultados, cotejándolos con los de otros grupos de estudiantes y los de la comunidad científica, lo que puede suponer conflictos cognitivos y favorecer la autorregulación y el replanteamiento del proceso de investigación, así como la familiarización con la confección de memorias y realización de diseños.
- Consideración de posibles perspectivas, tales como aplicaciones, implicaciones en el medio natural y social, ventajas e inconvenientes, análisis de los conocimientos construidos, conexión con otros conocimientos poseídos, manejo de nuevas situaciones, planteamiento de nuevos problemas, etc.

Favoreciéndose en todo el proceso las actividades de síntesis (resúmenes, memorias, recapitulaciones, esquemas, mapas conceptuales,...), la elaboración de productos y la concepción de nuevos problemas, mostrando el carácter de cuerpo coherente que tiene la ciencia, (García y García 1989) , y su contextualización a través de actividades CTS (Hodson 1992, Gil et col. 1999, Solbes y Vilches 2000, Gil y Vilches 2001). La omisión de estos factores constituyen algunas otras de las ideas deformadas que se pueden transmitir sobre la elaboración de la ciencia y la tecnología.



### 2.2.3.B. LOS CONTENIDOS

Asociado a la investigación científica y tecnológica aparece la idea de disciplina académica, o 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) con relación a su objeto de estudio. Desde un punto de vista académico y curricular los contenidos de una materia o disciplina se pueden desglosar en contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales. A través de cada uno de ellos se transmiten los conocimientos, saberes y prácticas socialmente elaboradas por la humanidad desde tiempos remotos, especialmente las ciencias sociales, pero también pueden transmitir ideas erróneas, en concreto, en el caso que nos ocupa, sobre lo que constituyen la ciencia y la tecnología y sus actividades, así como 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, 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 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, que implica visiones deformadas de la misma, al dar una idea ficticia de su construcción, sin poder mostrar su compleja evolución y construcción, su valor y aplicaciones en el contexto social. Ese

reduccionismo, tanto en la metodología como en lo conceptual, no puede generar interés por la ciencia o la tecnología, sino que, a su pesar, decrece a medida que se avanza en el estadio de escolarización (Gil 1983, Solbes y Vilches 1989). Este error es mayor aún en los modelos más extremos de enseñanza, pura transmisión y recepción pasiva o puro empirismo y acción autónoma, puesto que está centrada en uno u otro tipo de contenidos.

Por otra parte, en los modelos extremos de enseñanza no se presta atención a las concepciones o ideas de partida de los alumnos, con las cuales ellos interpretan las actividades y los contenidos que se imparten, de tal modo que pueden impedir su aprendizaje con sentido (Gené 1986, Carrascosa 1987, Solbes y Vilches 1992). Además se debería considerar el tiempo propio de los alumnos para la asimilación de los contenidos, de tal modo que les dé accesibilidad a los contenidos prácticos, en los cuales se posibilita de nuevo la reelaboración, diferenciación, relación e integración de los conceptos (Gil 1993).

#### 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 son propios al tipo de la actividad desarrollada.

Un problema es aquella situación para la cual no se conoce bien la solución, está dada en un contexto, generado por una necesidad, siendo el objetivo satisfacerla mediante su resolución. 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 col. 1992, Genovard et col. 1992). En el caso de la física y sus tecnologías está asociado a la resolución de problemas mediante teoría y metodología científica. Didácticamente son situaciones que dan oportunidad a los alumnos de desarrollar habilidades de análisis y manipulación y construir imágenes

mentales de procesos y sistemas físicos, que permiten verificar o cuestionar las ideas del alumno (Carmen et col. 1997).

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. Como trataremos a continuación, según la metodología, es quizá en la solución de problemas donde se observa mayor dificultad en el aprendizaje y en la asimilación de los saberes de las ciencias experimentales y las tecnologías asociadas (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 y recepción pasiva no se enseña a resolver problemas, sino a aplicar fórmulas y reconocer tipos de problemas de modo mecánico, sin comprender y memorizando soluciones dadas y explicadas por el profesor como ejercicios de aplicación de la teoría (Gil y Martínez 1982). Es aquí donde el fracaso por transmisión no significativa es más evidente, puesto que el grado de transferencia es mínimo y los alumnos se limitan a “reconocer tipos problemas” y aplicar patrones ya resueltos.

La solución de problemas se convierte así en un operativismo mecánico, en el que los alumnos aplican relaciones entre magnitudes, 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 analíticos y creativos característicos del trabajo científico, que utiliza como patrones los contenidos y procedimientos de la ciencia. Se olvidan aspectos de carácter cualitativo que favorecen el pensamiento productivo (Furió, Iturbe y Reyes 1994), la construcción de conocimientos y son más coherentes con la actividad científica.

Es decir, se deberían considerar los procesos de análisis y emisión de hipótesis a partir de los conocimientos científicos poseídos, la toma de decisiones para enmarcar, precisar y acotar el problema, procedimientos característicos del método científico.

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

En la enseñanza por transmisión y recepción pasiva 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 el propio profesor como experiencia, en otros casos 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 enfrentarse a un problema, analizarlo, emitir hipótesis para su solución, diseñar y realizar experimentos, y analizar los resultados y la consecución de la solución, transformándose de este modo en un mecanicismo operativista (Gil 1993).

En el otro extremo, la enseñanza de tipo inductivista y acción autónoma, en que las experiencias no tienen relación con contenidos teóricos impartidos, en las cuales los alumnos tienen que descubrir los conceptos científicos, los alumnos se encuentran con el problema de no poseer cierto dominio de los esquemas conceptuales que les permitan enmarcar, identificar y analizar un problema, emitir hipótesis y diseñar las actividades experimentales dirigidas a su solución, y que les posibilite finalmente el análisis de resultados. Se hallan así confusos, en muchos casos deambulan entre compañeros intercambiando información para intentar enmarcar el problema, emitir hipótesis y buscar soluciones, obteniendo una idea deformada de la metodología científica.

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 1988, Furió, Iturbe y Reyes 1994, Gil y Valdés 1996). Se olvida así, la presentación de problemas abiertos de un nivel de dificultad correspondiente a la zona de desarrollo próxima (entre la actual y la potencial) de los estudiantes (Vygotsky 1934, Wertsch 1988), 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 (Gil y Matínez-Torregrosa 1983).

De este modo, los alumnos reconocen tener poco provecho de los experimentos realizados y ser de poco interés. Por otra parte para alumnos no interesados estas metodologías ofrecen una evidente forma de pasar el tiempo. De este modo puede ser interesante la confección de “guías” donde planteado el problema en la “zona de desarrollo próxima”, se hagan preguntas a los alumnos, se les dé la oportunidad de consultar y emitir hipótesis, relacionar variables, realizar diseños semidirigidos, tomar decisiones y datos, reflexionar y hacer análisis cualitativos y cuantitativos a lo largo del experimento, teniendo la oportunidad de realizar una síntesis globalizadora que les permita reconciliar la experiencia con lo que ya sabían (Paya, Carrascosa y Gil 1991, Furió, Iturbe y Reyes 1994, Gil y Valdes 1996, Carmen et col. 1997).

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

Los contenidos actitudinales están asociados a comportamientos y motivaciones, valores, creencias y a intereses en relación a las asignaturas y sus objetos, a la comunidad en la que está inmerso, tanto escolar como extraescolar (Coll et col. 1992). En la enseñanza de las ciencias experimentales y las tecnologías asociadas estarán especialmente relacionadas con motivaciones, valores, creencias e intereses relacionados con el estudio y aprendizaje de las mismas.

En la enseñanza por transmisión y recepción pasiva se dará una representación de la ciencia y la tecnología algorítmica, exacta, dogmática, sin relación con las aplicaciones y los problemas sociales y humanos que intento resolver, que motivaron la construcción de conceptos, la emisión de hipótesis y la construcción de teorías científicas y dispositivos (Otero 1985). En el otro extremo, en la enseñanza por descubrimiento o inductivista y acción autónoma se dará una imagen empirista y ateórica de la ciencia y la tecnología, donde prima la observación, la experimentación y la acción ateórica, transmitiendo una visión rígida del método científico como una serie mecanicista de etapas a seguir (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 que están lejos de las posibilidades del alumno medio. No mostrará el potencial

para resolver problemas de la ciencia y la tecnología, las influencias e intereses sociales en la toma de decisiones, las controversias científicas y tecnológicas que el desarrollo, la evolución y el cambio generaron, dando una imagen determinista de las mismas (Medina et col. 1990). Tampoco se mostrarán sus influencias en los cambios de modos de vida o costumbres, en la cultura y la concepción del mundo, en las estructuras y organización social y las lógicas modificaciones en la naturaleza que produce la actividad del hombre, dando una imagen de la ciencia objetiva y neutral (Bernal 1967), que llevará consigo una imagen de los científicos superficial y estereotipada, de personas neutrales, objetivas, desinteresadas, entre los que no existen conflictos y controversias (Weber 1919, Schibeci 1986, Hodson 1988, Gil 1993).

De este modo, los alumnos obtendrán concepciones erróneas sobre la ciencia y la tecnología, sobre las actividades científicas y tecnológicas y las interacciones que existen entre las mismas, con la sociedad y la naturaleza. Esta metodología axiológica 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 que tiene una dinámica interna propia sobre la que es difícil intervenir (Vilches 1993).

Por otra parte, una enseñanza puramente transmisora de conocimientos o habilidades no forma a ciudadanos preparados para una democracia responsable (Savater 1997), entre otras cosas 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, analizando sus aplicaciones, utilizando los conocimientos científicos y tecnológicos en situaciones diversas, que pongan de manifiesto las diversas relaciones, tensiones, acuerdos, proyectos de desarrollo, etc. entre diferentes instancias sociales: gubernamentales, políticas, económicas, industriales, sindicales, sociales, universitarias, etc. (Prieto y González 1998).

En relación con lo anterior, sería deseable desarrollar la iniciativa personal, el esfuerzo y la capacidad de adaptación a situaciones en las que los estudiantes puedan verse a sí mismos en el contexto de sucesos problemáticos, de tal modo que enmarquen, identifiquen, relacionen y valoren los diferentes objetivos personales y de otros agentes implicados, promuevan la reflexión y el análisis multidimensional de los factores que

intervienen, comprendiendo e identificando las claves de la situación, y tomen decisiones fundamentadas y responsables.

### 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 y puede afectar al rendimiento escolar. 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 considerar la dimensión humana de las interacciones en el aula y en las actividades de clase. 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 (Espinosa y Roman 1991, Gil et col. 1991, Alonso, Gil y Martínez-Torregrosa 1992).

Consecuencia de lo anterior, es que no se plantea la evaluación como retroalimentación, considerando qué ayudas precisa cada alumno para seguir avanzando y alcanzar los logros deseados, lo que implica un seguimiento atento y un posicionamiento constante en el proceso, 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 y los propios alumnos influyen sobre los resultados que estos obtienen, según las atribuciones causales, las expectativas negativas y falta de confianza en el éxito al ser evaluados (Beltran et col. 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 los que se abordan situaciones problemáticas, dejando de ser importantes para los alumnos al no ser evaluados (Alonso, Gil y Martínez-Torregrosa 1996, Coll, Pozo, Sarabia y Valls 1992).

También pueden influir las características individuales de los centros de enseñanza y la comunidad que lo constituyen, factores 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 la comunidad escolar (administración, profesores, padres y alumnos) posee sobre sí misma, los alumnos y la propia institución escolar; los objetivos compartidos por los diferentes sectores escolares; las expectativas de los alumnos y el tiempo que éstos están implicados activamente en tareas de aprendizaje y tipo de estas (Lederman y O'Malley 1990), la clase de motivación (intrínseca o extrínseca) que poseen y los esfuerzos que desarrollan (Beltran et col. 1987), su autonomía para aprender a aprender y la posibilidad de estudiar en el periodo extraescolar; las instalaciones y medios del propio centro, etc.

### **2.3. FUNDAMENTACIÓN DE LA SEGUNDA PARTE DE LA HIPÓTESIS**

Las actitudes son predisposiciones o tendencias con componentes afectiva, motivacional y cognitiva, que se muestran en la conducta o declaraciones (Coll, Pozo, Sarabia y Valls 1992), y que por lo tanto es difícil medir cuantitativamente (Ausubel, Novak y Hanesian 1976). Además, según los mismos autores, los intereses son mejores predictores del logro de metas y la conclusión de los estudios que las capacidades, además tienen una gran influencia sobre las actitudes, de las cuales constituye un componente. Por dicha razón vamos a analizar cuáles son las motivaciones de los alumnos en relación a los estudios, pues estas son más fáciles de cuantificar, y a partir de las particularidades motivacionales intentar modificarlas, mediante un adecuado tratamiento de las interacciones CTS, de tal modo que se consiga aumentar su interés hacia los estudios y modificar aquellas concepciones sobre la ciencia y la tecnología que se consideren erróneas.

Pero los intereses y motivaciones de los alumnos forman un sistema complejo que es preciso conocer, en alguna medida, para que un tratamiento didáctico adecuado con las interacciones CTS pueda influir positivamente para mejorar los intereses intrínsecos y las actitudes hacia el estudio de las ciencias y tecnologías asociadas. Por



esta razón nos preguntamos: ¿Cuáles son los intereses y motivaciones de los alumnos en relación al estudio y aprendizaje de las ciencias y las tecnologías asociadas en la Formación Profesional?

Debemos considerar y tener en cuenta que los estudios de Formación Profesional específica son un eslabón importante y fundamental entre el sistema educativo y el mundo industrial y productivo, donde se ofrecen contenidos de los fundamentos científicos de las tecnologías asociadas, y se desarrollan las capacidades profesionales específicas y los saberes prácticos asociados a los materiales o sistemas tecnológicos de la especialidad técnica, además de otros saberes de carácter laboral e inserción social.

Para la fundamentación de ésta segunda parte de la hipótesis tendremos que referirnos primero a lo que constituye, sin lugar a dudas, uno de los objetivos generales fundamentales de todos los alumnos al acabar sus estudios: su inserción social mediante la adquisición de un trabajo, pero tras este interés general debemos analizar que otras motivaciones existen para la realización de los estudios, de tal modo que nos permita, a través de la realización de diferentes actividades, aumentar su interés y motivación y mejorar sus actitudes respecto a la adquisición de conocimientos científicos, tecnológicos y prácticos en sus estudios, o como dicen algunos autores “motivar es cambiar las prioridades de una persona” (Claxton 1984, Carmen et col. 1997).

### **2.3.1. El sistema motivacional**

Según Coll (1995) las concepciones o preconcepciones de los alumnos constituyen uno de los elementos que influyen sobre su modo de acercarse a los contenidos del aprendizaje. Desde este punto de vista las motivaciones y las atribuciones causales constituyen concepciones o preconcepciones que influyen en la actividad escolar. Por otra parte, según el mismo autor, en la concepción constructivista del aprendizaje se ha ignorado, e incluso en ocasiones despreciado, el hecho de que los procesos individuales de aprendizaje tienen lugar en un contexto interpersonal, que puede considerarse en sus aspectos más amplios y restringidos.

La motivación es un factor importantísimo en el interés y rendimiento académico (Davidov 1988, Ausubel, Novak y Hanesian 1976), producto de las propias características de la personalidad y del carácter (de origen filogenético y ontogenético), de las respuestas culturalmente transmitidas y aprendidas, de las costumbres, culturas y normas sociales, y de las actitudes, valores y creencias personales, resultante de los procesos cognitivos que provienen de la percepción de conductas, experiencias y emociones del sujeto en su interacción con el medio, procesos que dan lugar a la formación de la autorregulación y a cierto dominio del ambiente personal. De este modo la motivación es un elemento fundamental de la voluntad, o capacidad que tiene una persona para realizar acciones planificadas dirigidas a lograr los objetivos trazados dirigiendo conscientemente su propia conducta, constituyendo la base y dinámica de la conducta (Weiner 1992).

Los motivos (Leontiev 1975) pueden ser las funciones biológicas, las tendencias instintivas, las necesidades, aspiraciones, inclinaciones, intereses, deseos, convicciones, valores y creencias personales, así como también la vivencia de los afectos y emociones; en la compleja y abigarrada lista de motivos se pueden encontrar las finalidades vitales y los ideales. Las motivaciones, núcleo importante de la personalidad, constituyen un sistema cuyos tipos, estructura (relación), jerarquía (subordinación) e intensidad depende de la situación y de la actividad que se desarrolla, y cuya formación se forja entre las tendencias personales, las exigencias culturales y los problemas que le plantea la realidad (Freud 1930), no exentas de conflictos, oposiciones y dificultades.

### **2.3.2. Autonomía motivacional. Tipos.**

Las motivaciones son una de las claves de la conducta humana, que ayuda a explicar ésta, así como la eficacia o ineficacia de los reforzadores para la conducta en una actividad de un individuo determinado. Es decir, ponen en marcha los procesos mentales que activan, direccionan y mantienen la conducta en una actividad determinada (Beltran et col. 1987). Por otra parte, el conocimiento del medio que un individuo necesita para desenvolverse en él, como actividad natural de adaptación o dominio del mismo, pone en marcha los procesos cognitivos, especialmente ayudados

por el lenguaje (Freud 1895), que constituye en si mismo una motivación de carácter interno, motivación cognitiva, que puede dar lugar a nuevas motivaciones, lo que Piaget (1969 y 1996) denominó curiosidad intelectual o epistémica, que se pone de relevancia en las situaciones de sorpresa, duda e incongruencia, y que constituye una característica de nuestra especie (Morris 1967).

Las motivaciones (Elliot y Church 1997, Elliot y McGregor 2001), por su carácter interno o externo al sujeto, se clasifican en intrínsecas y extrínsecas. Por su carácter de efecto sobre el sujeto pueden ser motivaciones al logro (éxito, placer, etc.) y motivaciones para evitar el fracaso (frustración, dolor, etc.) (Elliot y Church 1997).

Las motivaciones además de tener un origen natural tienen un origen social, estas últimas se van formando en las interacciones sociales y en la educación y la instrucción. De este modo se propone, desde el punto de vista educacional, que las motivaciones inicialmente extrínsecas constituyan el eslabón o arranque de la conducta individual, en una determinada actividad, para que más tarde se transformen o generen motivaciones de carácter intrínseco y al logro, gracias a la elaboración y maduración de los procesos mentales implicados y la autonomía funcional del individuo y sus motivaciones (Prieto 1995).

Un factor motivacional lo constituye el modelado (realizado por distintas personas que interactúan con el individuo: padres, familiares, amigos, compañeros, profesores, etc.), es decir, el observador puede seguir o rechazar una conducta porque ve los resultados positivos o negativos de la misma en otra persona o modelo, o en el mismo. El mismo papel juega el recuerdo de una conducta modelada, para que el sujeto la realice o la rechace en el presente, pensando que obtendrá las mismas consecuencias que tuvo para la persona imitada (Beltran et col. 1987, Prieto 1995).

Otro factor motivacional lo constituyen los resultados y estímulos, que mientras para una visión puramente conductista el estímulo (reforzante o aversivo) a un sujeto suministra mensajes de satisfacción o dolor, en una visión cognitiva el estímulo constituye mensajes informativos para los procesos cognitivos del sujeto, cuyos significados el individuo da sentidos personales. La motivación intrínseca posee tres dimensiones (Ausubel, Novak y Hanesian 1976): curiosidad (motivación cognitiva),

competencia (desarrollo de los procesos mentales y habilidades físicas destinadas a controlar el ambiente o la situación) y adaptación conductual (asociada y acorde a la situación). De este modo, la debilidad de la motivación cognitiva afecta a los procesos de atención, representación y recuerdo, y puede explicar en algunos estudiantes su falta de interés por los estudios.

Las motivaciones como impulsores o energizadores, en el ámbito del aprendizaje actúan como facilitadores del esfuerzo, la disposición, la atención y la persistencia.

### **2.3.3. Las motivaciones por su carácter interno/externo**

#### **2.3.3.1. Motivación intrínseca**

La motivación intrínseca es una motivación de carácter interno, en relación al aprendizaje lo constituye el impulso cognoscitivo: el deseo de entender, saber y dominar un conocimiento, de entender, formular y resolver un problema (Eskeles, Fleming y Gottfried 2001). Por tanto, el núcleo de este tipo de motivaciones es el aprendizaje autoregulado, actividad en la cual existe un más alto compromiso cognitivo que un estudiante puede poseer para aprender y dominar la red asociativa conceptual y manipular los medios utilizados en un área determinada, que lo capacita para controlar y perfeccionar esa actividad y conseguir un aprendizaje autónomo (aprender a aprender) o autoaprendizaje (Novak y Gowin 1984).

Para que se dé el aprendizaje autónomo el sujeto debe percibir esa autonomía (control personal) y un determinado grado de competencia personal (dominio del problema o del entorno) en las actividades de aprendizaje desarrolladas por él, de modo que informan sobre su éxito y refuerzan la motivación intrínseca (Beltran et col. 1987).

El sentido de competencia personal está además relacionado con la situación específica en la que se desarrolla la actividad, es decir: los individuos y las interacciones

que entre ellos se producen, las expectativas que poseen unos sobre otros y sobre la actividad; así como los medios e instalaciones donde se desarrollan. Todo ello da lugar a diversas circunstancias que producen juicios sobre la controlabilidad de la situación (juicios de contingencia), y que deben ser integrados por el sujeto para el logro del dominio de la situación (Weiner 1972, Elliot y Church 1997).

Los alumnos con escasas motivaciones internas suelen hacer escasos esfuerzos para aprender, practicar y revisar contenidos, y manifiestan escasa inclinación para la elaboración de significados y reconciliar contenidos nuevos con los esquemas que poseen (Ausubel, Novak y Hanesian 1976).

### 2.3.3.2. Motivación extrínseca

Las motivaciones extrínsecas están ligadas en primer lugar con las necesidades y deseos de diversa naturaleza del ser humano, cuya satisfacción requiere la interacción con el medio externo (Freud 1930). Las más perentorias son de tipo fisiológico, tales como la alimentación, la protección contra las inclemencias (abrigo, vivienda, etc.), o aquellas actividades de las cuales depende directamente (trabajo o remuneración salarial, etc.). Otras son de tipo afectivo y relacional, tales como las relaciones de pareja o parentales, filiales, amistades, las relaciones en el entorno de trabajo, etc. (McGregor y Elliot 2002).

Respecto al medio el individuo puede experimentar placer, satisfacción u obtener un premio (u otras emociones positivas), lo cual constituye un reforzante para una conducta dada, o dolor, insatisfacción o castigo (u otras emociones negativas), en cuyo caso se habla de un aversivo respecto a la conducta realizada, o de huida de la situación.

Ese principio llevado al campo de la educación y la instrucción social ha dado lugar a un método a través del cual en una actividad dada, utilizando estímulos reforzantes o aversivos, el educador puede modificar la conducta del sujeto a educar. Como hemos mencionado anteriormente, dichos estímulos no constituyen simplemente percepciones, sino que son también signos en los procesos cognitivos a los que da

sentido personal el sujeto. Esos sentidos personales van a depender tanto de la madurez de sus procesos cognitivos como de la situación, tal como comentamos anteriormente, es decir, de las contingencias o circunstancias (Beltran et col. 1987).

Algunas de las críticas que ha recibido la utilización pura de este método educativo (Skinner 1974) son:

- El uso exclusivo de estímulos aversivos puede despertar reacciones emocionales negativas que pueden perturbar el proceso de aprendizaje.
- El uso exclusivo de estímulos reforzantes da emociones gratificantes y puede producir sentimientos de omnipotencia.
- Cuando se administra correctamente, el refuerzo puede modificar con éxito el comportamiento y estimular el aprendizaje.
- Es necesario utilizar conjuntamente estímulos reforzantes de ambos tipos para dirigir la actividad y moldear la conducta y los procesos cognitivos en el sentido adecuado.
- No considerar que el medio ofrece contingencias reforzantes o aversivas.
- No utilizar aprendizaje programado con experiencias- refuerzo.
- No ofrecer a los estudiantes situaciones que ofrecen retos atractivos, por etapas sucesivas, y reforzarlos por el éxito derivado del logro en la tarea.

#### 2.3.3.3. Relación entre motivación extrínseca e intrínseca

La relación entre las motivaciones extrínsecas e intrínsecas pueden ser de tres tipos, y va a estar condicionada por el grado de madurez del sujeto, sus objetivos y la formación de su sistema motivacional. Las relaciones que se establecen y pueden existir entre las mismas son:

1. Paso de motivación extrínseca a intrínseca.
2. Las motivaciones extrínsecas están relacionadas con las motivaciones intrínsecas del sujeto.
3. Las motivaciones extrínsecas no están relacionadas con las motivaciones intrínsecas del sujeto.

A continuación trataremos brevemente cada una de estas relaciones.

#### 2.3.3.3.A. Paso de motivación extrínseca a intrínseca

Constituye uno de los métodos educativos a través del cual se forma el sistema motivacional intrínseco del sujeto. La técnica básicamente consiste, como mencionamos anteriormente, en ofrecer inicialmente actividades atractivas que constituyan retos entre la zona de desarrollo próxima y potencial (Vygotsky 1934), expresados en términos que entiendan y estén relacionados con sus experiencias personales (Ausubel, Novak y Hanesian 1976) con estímulos reforzantes en las tareas (Skinner 1974), de tal modo que el estudiante en los procesos cognitivos amplíe, modifique, construya y se apropie de un sistema autónomo regulador, socialmente formado (Freud 1930), con sus propias motivaciones.

Desde el punto de vista educativo es deseable que los alumnos lleguen a poseer el impulso cognoscitivo, el deseo de aprender en sí mismo, el problema es que muchos de los contenidos no pueden ser sentidos como necesarios para satisfacer las demandas de la vida cotidiana, pero tampoco es viable la adaptación del currículum permanentemente a esos deseos, pues ello extinguiría dicho impulso (Ausubel, Novak y Hanesian 1976).

#### 2.3.3.3.B. Las motivaciones extrínsecas están relacionadas con las motivaciones intrínsecas del sujeto.

Constituye una de las mejores estrategias motivacionales para el sujeto, en este caso las motivaciones extrínsecas son coincidentes con las motivaciones internas en él formadas a través de sus actitudes y experiencias, de tal modo que aquellas actúan como incentivos y aumentan las tendencias al logro. Para que la efectividad de las motivaciones extrínsecas sean óptimas deben estar muy relacionadas con las

actividades que desarrolla el aprendiz, especialmente con las que se desea incentivar (Beltran et col. 1987, Eskeles, Fleming y Gottfried 2001).

#### 2.3.3.3.C. Las motivaciones extrínsecas no están relacionadas con las motivaciones intrínsecas del sujeto.

En este caso se habla de sobre-justificación (Beltran et col. 1987). Se trata de situaciones en que existiendo conductas intrínsecamente motivadas por la necesidad de lograr competencia y autonomía en una actividad (autoregulada), es interferida por una motivación extrínseca que no es aditiva a la anterior (Dowson y McNerny 2001). Este efecto se puede producir por tres razones, la primera porque puede afectar a la sensación personal de autonomía (paso de sentimiento de realización voluntaria a involuntaria de la actividad por inmiscuición de persona ajena a la misma). La segunda porque puede afectar a la percepción de valoración en competencia (sentimiento de poca valoración externa sobre las competencias y logros personales desarrollados en la actividad). Por último, puede afectar a las atribuciones que el sujeto posee sobre las causas o razones por las cuales realiza la actividad, que en un principio estaban relacionadas con motivaciones internas que daban sentido personal a la realización de aquella, y que ahora pasan a ser dependientes de motivaciones extrínsecas que no están relacionadas con la actividad, pasando ésta a ser secundaria, sin sentido personal. En todos los casos la introducción de la motivación extrínseca no aditiva y ajena a la tarea produce una desmotivación (reduce el incentivo de la tendencia al logro en la actividad).

#### 2.3.4. Las motivaciones por los objetivos del sujeto

En cualquier tipo de actividad destinada a lograr un objetivo la persona que la realiza puede estar motivada al logro del mismo, pero también puede temer el fracaso, es decir, existen dos tipos de motivaciones al realizar una actividad: motivación al logro y motivación a evitar el fracaso (Elliot y McGregor 2001).



### 2.3.4.1. Motivación al logro

La motivación al logro es el deseo o necesidad de lograr una meta, de la naturaleza que sea, que el individuo se ha propuesto (p.e. saber, sobresalir, triunfar, ganar dinero, trabajar u obtener un título, etc.) (Weiner 1972). Como tratamos en las motivaciones intrínsecas y extrínsecas los factores de los que va a depender la motivación al logro son: la intensidad de la necesidad o deseo que satisface el logro de la meta, las expectativas de lograrla (dificultad, facilidad, esfuerzo, capacidad personal, etc.), y el incentivo (anticipación en algún sentido de estímulos reforzantes o aversivos relacionados con el logro de la meta propuesta). De este modo se habla de tendencia al logro como el producto de esas tres dimensiones.

Se puede inducir que la tendencia al éxito es más fuerte cuando el individuo tiene expectativas de que la tarea es fácil que cuando la percibe como difícil, y que para una dificultad dada de una actividad la tendencia al éxito es más alta cuando lo es la necesidad o el deseo o cuando recibe algún incentivo con esa tendencia (Beltran et col. 1987).

Otro punto de vista, complementario al anterior, es que la motivación al logro tiene tres componentes: el impulso cognoscitivo (motivación intrínseca, asociada a la autonomía y sentido de competencia), el mejoramiento del yo (asociado al estatus que se obtiene en proporción al nivel de aprovechamiento o competencia), y la afiliativa (adquisición o búsqueda del estatus, rol, aprobación o aceptación de un grupo de personas con las cuales se relacione, identifique o dependa el estudiante (Elliot y McGregor 2001, Giner 1969). Según la intensidad de cada uno de estos componentes se pueden dar diversos casos de motivaciones al logro (Ausubel, Novak y Hanesian 1976). De este modo existen, además de la motivación intrínseca cognoscitiva, motivaciones al logro académicas y sociales.

El subdesarrollo o la inhibición de la motivación intrínseca cognitiva o la motivación al logro en relación a lo académico pueden producir así mismo inhibición en el estudio o la realización de las tareas escolares, el estudiante en tales ocasiones puede tener vivencias sentidas como frustrantes, dolorosas, incómodas o molestas, como

trataremos a continuación, que le harán sentir la necesidad o el deseo de evitar las actividades y experiencias escolares o tratar de que estas sean más fáciles (Dowson y McInerny 2001).

#### 2.3.4.2. Motivación a evitar el fracaso

El deseo o necesidad de evitar una situación que el sujeto considere frustrante, dolorosa, incomoda o molesta por los resultados negativos que el no logro de la meta lleva consigo (p.e., suspender, no triunfar, no ganar dinero, no obtener un título, etc.), puede dar lugar a ansiedad. Como en la motivación al logro, y al igual que aquella, los factores de los que va a depender la motivación a la evitación del fracaso son: la intensidad de la necesidad de evitar la situación de fracaso, las expectativas de lograrlo (dificultad, facilidad, esfuerzo, capacidad, etc.), y el incentivo (anticipación en algún sentido de estímulos reforzantes o aversivos relacionados con la evitación del fracaso). De este modo se habla de tendencia a evitar el fracaso como el producto de esas tres dimensiones (Weiner 1980, Elliot y Church 1997).

Se puede inducir que la tendencia a evitar el fracaso es más débil cuando el individuo tiene expectativas de que la tarea es fácil (p.e., menores expectativas de esfuerzo, trabajo necesario o fracaso) que cuando la percibe como difícil, y que para una dificultad dada de una actividad la tendencia a evitar el fracaso es más fuerte cuando lo es la intensidad del deseo o necesidad de evitar la situación que lleva a la meta o la frustración del posible fracaso en la situación que lleva la meta, o cuando recibe algún incentivo con esa tendencia (Beltran et col. 1987).

#### 2.3.4.3. Relación entre motivación al logro y evitación del fracaso

En la realización de una actividad influyen simultáneamente muchos motivos, entre ellos puede tener lugar una lucha que se refleja en la vivencia del sujeto en forma de conflicto consigo mismo. Esta vivencia puede surgir por las intensidades y los sentidos antagónicos entre la motivación al logro y la motivación a evitar el fracaso, de este modo se pueden dar varias situaciones entre ambas motivaciones, medidas por sus tendencias:

- Que la motivación al logro sea superior a la motivación a evitar el fracaso, en cuyo caso prevalece la motivación al logro. Los individuos con estas características son realistas y elegirán actividades que perciben como de dificultad intermedia.
- Que la motivación al logro y la evitación al fracaso sean iguales, en cuyo caso no se pueden hacer predicciones respecto al individuo con estas características.
- Que la motivación al logro sea inferior a la motivación a evitar el fracaso, situación que se dará cuando en la actividad se percibe una alta importancia del fracaso, se producirá una tendencia a la inhibición en las actividades y se vivirá con ansiedad.

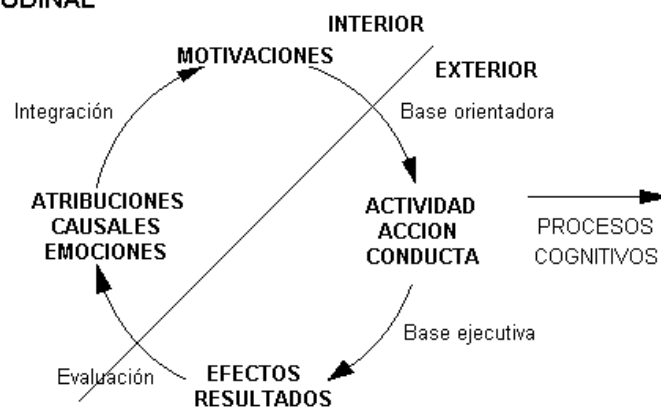
### **2.3.5. Las atribuciones causales y el ciclo actitudinal**

En la naturaleza de los procesos mentales del hombre se halla en primer lugar el conseguir un dominio cognitivo relativamente estable del medio a través de la atención y del pensar práctico, que utiliza la memoria y el principio de identidad, en segundo lugar de la estructura causal del medio, a través del pensar observador (explorador o investigador) que utiliza imágenes, o del pensar consciente cognoscitivo (que utiliza además el lenguaje), preguntándose en relación a los objetos y sucesos ¿qué significa esto?, ¿adónde conduce?, ¿por qué?, etc. Por otra parte, mediante la judicación, o procesos de comprensión, establece relaciones entre la cosa o fenómeno y sus atributos o efectos (Freud 1895). De este modo, el ser humano interpreta los fenómenos (objetos o efectos) como siendo causados por una parte parcial relativamente estable del medio, estableciendo relaciones entre los fenómenos y los agentes responsables o causas. Es decir, las atribuciones causales establecen relaciones entre los fenómenos y el yo, los otros, las cosas y las situaciones (Weiner 1972).

Las motivaciones de un sujeto para realizar una actividad, además de la diversa naturaleza de las mismas, pueden tener un carácter consciente o inconsciente, es decir,

pueden ser conocidas o no por la persona. Una persona puede atribuir diferentes causas a las motivaciones que lo impulsan a realizar una determinada actividad para conseguir una meta, y por otra parte puede atribuir diferentes causas a los efectos de su actividad, lo cual influye en las emociones sentidas y sobre su sistema motivacional, tal como se muestra en la figura. Se denomina atribución causal a las razones causales que un sujeto atribuye a los resultados de su actividad, afectando a su sistema motivacional. Las causas que puede atribuir una persona a sus motivaciones para realizar su actividad pueden estar ocultas a su conciencia, atribuir las a causas que realmente no actúan como tales y pueden estar influidas por las opiniones de otras personas.

### CICLO ACTITUDINAL



### EFFECTO DE LAS ATRIBUCIONES CAUSALES SOBRE LAS MOTIVACIONES

Tal como vemos en la figura del ciclo actitudinal el proceso es el siguiente: Dadas unas motivaciones del sujeto éste se dispone a realizar una actividad, de forma autónoma o dirigida, para ello necesita formar una base orientadora de la acción (metas de orientación u objetivos conceptuales), constituida por: conocimientos teóricos y comprensión de modelos de la situación y la formación de un plan o guía de las acciones a realizar con unas determinadas propiedades o exigencias. Para la realización de la actividad necesita formar una base ejecutiva o conocimientos prácticos (metas de realización u objetivos procedimentales), constituida por el conjunto de métodos, procedimientos y habilidades necesarios para ejecutar las acciones con unos medios dados (Galperín 1969, Midgley, Kaplan y Middleton 2001). Los efectos de las acciones o de la actividad son evaluados por el sujeto y personas afectadas en la situación, pero en la evaluación personal entran en juego las atribuciones causales, que pasan a integrar y modificar el sistema motivacional. En todo el ciclo actitudinal, en cuyo centro está el yo, intervienen los procesos afectivos y cognitivos que elaboran las distintas

percepciones e informaciones internas y externas y regulan la conducta. Debe considerarse, por supuesto, que influye la etapa de desarrollo del sujeto, por lo que en el tiempo, con una adecuada coordinación de los diferentes agentes intervinientes en la educación e instrucción del sujeto debería constituir una espiral de formación motivacional intrínseca cognitiva y al logro (Galperín 1969, Weiner 1972).

De este modo sobre las atribuciones causales influyen: el tipo de motivaciones del sujeto, las percepciones que posee, adquiere y le dan sobre sí mismo, la situación, las circunstancias, los efectos de sus acciones en la actividad y por último las peculiaridades del su carácter y personalidad. La clasificación de las atribuciones causales pueden ser (Weiner 1972, Elliot y Church 2001, Beltran et col. 1987):

- a. Por el origen las causas pueden tener atribución externa o interna
- b. Por el objetivo pueden tener atribución al logro o a la evitación del fracaso.
- c. Por la controlabilidad (o percepción personal de voluntad y capacidad que el sujeto posee para el control o dominio de la situación) la atribución será controlable o incontrolable.
- d. Por la duración (relacionada con la perdurabilidad de la situación o una circunstancia en la actividad) la atribución será estable o inestable (frecuente o infrecuente).

Como ejemplos de causas internas se pueden citar la capacidad, esfuerzo, intereses, percepción de dificultad de la tarea y metas personales académicas o sociales. Como causas externas relacionadas con la situación social: los profesores, compañeros y grupos de afiliación, con sus actitudes, ayudas y premios. Como causas externas relacionadas con la situación material: la dificultad real de los contenidos y los materiales de estudio, carencia o mal funcionamiento de los materiales tecnológicos, empleados en clase, percepción de suerte (p.e. en el examen salió lo que estudie), etc. En cada caso se deben considerar los pares antagónicos, p.e.: capaz/ incapaz, esforzado/ perezoso, fácil/difícil, interesado/ desinteresado, premio/castigo, ayuda/obstáculo, suerte/mala suerte, bueno/malo, comprensivo/incomprensivo, negociador/rígido, flexible/inflexible, estable/impulsivo, interesante/aburrido, sano/enfermo, mucho/poco, moderno/antiguo, etc.

Se puede dar una mezcla en diferentes gradaciones de las atribuciones causales señaladas. Todas estas dimensiones hacen que las combinaciones de las atribuciones causales constituyan un sistema complejo que actúa de modo muy importante sobre las actitudes personales, como se puede entrever considerando el ciclo actitudinal.

Los sentimientos y emociones que producen las atribuciones causales pueden ser muy variadas: éxito/ fracaso, competencia/ incompetencia, interés/ desinterés, simpatía/ antipatía, orgullo/ culpa, ansiedad/ relajación, ánimo/ desánimo, optimismo/ depresión, voluntad/ resignación, amor/odio, frustración/ realización, placer/ dolor, comodidad/ incomodidad o molestia, satisfacción/ insatisfacción, etc., lo que indica la importancia que poseen, pues a su vez actúan sobre las motivaciones de las actitudes.

En las concepciones personales se suele dar una regla según la cual un individuo puede atribuir diferentes causas externas e internas a los efectos de su actividad, nadie trata más con su realidad, pero que normalmente asigna en los demás una razón interna estable (Weiner 1972), constituyendo lo que se denominan expectativas sobre un individuo, y que puede obedecer a los principios de simplificación, mínima energía y proyección.

Sobre las características de la personalidad influyen las corazas protectoras y reactivas del carácter, que dan lugar a diversas tendencias (o sus opuestos), p.e.: reflexiva, impulsiva, controlable, aprensiva, segura, flexible, minuciosa, vigorosa, fría, neurótica, responsable, reservada, anticipativa, persistente, atenta, curiosa, agresiva, franca, vanidosa, sensible, confiada, prolija, pedante, nerviosa, depresiva, ágil, lábil, cavilante, ordenada, lógica, creativa, etc., cuya génesis y formación tienen los mismos orígenes que las motivacionales (ver apartado 2.3.4.1.1).

#### 2.3.5.1. Modificación de las atribuciones causales

Como citábamos anteriormente las atribuciones causales tienen una gran importancia sobre las motivaciones, las emociones y las conductas o comportamientos personales, es decir, con las actitudes, a través del ciclo actitudinal. El ciclo actitudinal permite visualizar como influyen las funciones y estrategias cognitivas, y como para un

cambio actitudinal es necesario un cambio en las bases orientadora y ejecutiva, la evaluación de la situación, en las atribuciones causales y en su integración en el sistema motivacional.

Como aquí sólo nos interesan las atribuciones causales con relación a las motivaciones, y entramos en una rama de las ciencias sociales, que si bien nos afecta no constituye nuestra especialidad, trataremos someramente el efecto de la modificación atribucional causal sobre la percepción personal y situacional, por ser de interés. Algunas de los efectos de la modificación en la atribución causal con relación a los estudios son (Dowson y McInerny 2001, Ashman y Conway 1989, Fontana 1986, Eскеles, Fleming y Gottfried 2001):

- a. Las personas que atribuyen facilidad a la tarea o se atribuyen capacidad tienen mayores expectativas de éxito que aquellas que lo atribuyen a la suerte.
- b. Las personas que atribuyen su éxito al esfuerzo personal, convirtiéndolo en un rasgo estable, les conduce a tener mayores expectativas de éxito.
- c. La facilidad en la tarea no convierte en rasgo estable el esfuerzo, pues el éxito no se percibe como fruto de éste.
- d. La facilidad de la tarea puede aumentar la motivación al logro y la autoestima, pero puede producir supervaloración de la capacidad.
- e. Los estudiantes que perciben la falta de capacidad como causa de su fracaso tienen bajas expectativas de éxito, y lo suelen convertir en un rasgo estable.
- f. Las personas que atribuyen sus fracasos más a la falta de esfuerzo que a su capacidad, se esforzarán más, en caso contrario dejarán de esforzarse.
- g. Las personas que atribuyen su fracaso a la mala suerte, más que a la dificultad de la tarea, se seguirán esforzando porque pueden pensar que las cosas pueden cambiar; en caso contrario, pueden renunciar si piensan que la dificultad no va a cambiar.
- h. Cuando los estudiantes tienen éxito en una tarea una gran tasa se la atribuyen a la explicación del profesor, a la facilidad de la tarea o al interés de la misma.

- i. Cuando los estudiantes fracasan en una tarea se lo atribuyen en gran proporción a la poca capacidad o falta de esfuerzo del profesor, o a la dificultad del material.
- j. Los estudiantes que tienen como rasgo estable el esfuerzo son más estratégicos y metacognitivos, y poseen mayor capacidad de generalizar y transferir las destrezas aprendidas.

#### 2.3.5.2. Atribución causal y actividades

Una adecuada atribución causal de la motivación en las actividades escolares impulsan a los estudiantes a asimilar los conceptos y procedimientos teóricos y prácticos y a su construcción y reproducción en su propia actividad de forma adecuada, pero no idéntica, según las capacidades formadas, la iniciativa personal, la imaginación y el carácter reconciliador e integrador de la personalidad (Weiner 1992, Davidov 1988 , Ausubel, Novak y Hanesian 1987).

De este modo en el dominio de la enseñanza y la instrucción es importante determinar en qué medida puede conocerse y cambiarse la orientación motivacional de un alumno para que éste obtenga una más alta gratificación, esfuerzo y rendimiento en las tareas escolares y muestre actitudes positivas, este medio lo constituye la modificación de las motivaciones desde la atribución extrínseca, motivaciones muy dependientes del contexto exterior, hacía el intrínseco, de modo que con este tipo de motivaciones opte personalmente por tareas externas motivadoras. Los métodos mediacionales para la modificación cognoscitiva de las actitudes se basan en (Weiner 1992):

- Procedimientos de autocontrol o regulación interna.
- Condicionamiento encubierto o no.
- Reestructuración cognitiva.
- Desarrollo de habilidades de adaptación y solución de problemas.
- Actividades en grupo que tratan un tema, dirigidas y tuteladas por el profesor.
- Entrevistas conductuales con el alumno.



Para ello habría que considerar las múltiples variables que intervienen en el estadio educacional e instruccional: desarrollo del alumno, etapa educativa y nivel de estudios, ambiente en el aula, etc.; y en base a las mismas utilizar metodologías didácticas particulares según el caso (Coll 1995), y considerar las diversas propuestas estratégicas para llevarlo a cabo (García y García 1989, Ashman y Conway 1989, Fontana 1986, Weiner 1992) entre las que se pueden mencionar:

- a. Considerar la importancia de las relaciones entre la motivación cognitiva, curiosidad epistémica o impulso cognitivo, y la autoatribución de competencia y motivación al logro.
- b. Considerar que las experiencias de aprendizaje ponen en relación los juicios de autoreferencia con la capacidad y eficiencia y los resultados del aprendizaje.
- c. Fomentar la propia competencia cognitiva del alumno, enseñándoles a pensar, aprender y solucionar problemas de forma lógica y sistemática, considerando la zona próxima de desarrollo, es decir, entre lo que el alumno puede hacer sólo y lo que puede hacer con la ayuda de iguales o un instructor.
- d. Estructurar las situaciones de aprendizaje de tal forma que se favorezca el éxito de los alumnos en el sentido adecuado.
- e. Diseñar actividades más allá de la zona actual de desarrollo del alumno, de modo que el aprendizaje “tire del desarrollo”.
- f. Estructurar las actividades de modo que se obtengan los objetivos por aproximaciones sucesivas o en espiral (amplitud de campo y profundidad).
- g. Crear un ambiente estimulante en el aula, diseñando actividades de aprendizaje atractivas, interesantes y con un ritmo adecuado a la motivación.
- h. Evitar el uso de recompensas o incentivos extrínsecos no relacionados con la tarea (véase atribuciones causales), utilizando recompensas o incentivos intrínsecos a la tarea.

- i. Llevar el ritmo de clase con la seguridad y la rapidez necesarias, para evitar el excesivo y ruidoso entusiasmo de los alumnos que dificulta el control de la clase.

### **2.3.6. El ciclo actitudinal. Evaluación actitudinal**

Como comentábamos las actitudes tienen varios componentes, la motivacional, la cognitiva, la afectiva y la conductual, esta última se muestra a través de las conductas (físicas y verbales) del sujeto en un medio y situación dada.

La componente afectiva representa sentimientos y emociones, variados en su naturaleza, tal como vimos en las atribuciones causales (simpatía, antipatía, amor, odio, piedad, etc.) que se generan en las vivencias personales y están relacionadas con la naturaleza humana, los valores y las creencias personales, entrando a formar parte de la estructura motivacional, pasando a ser parte de la base y dinámica de las conductas (Leontiev 1975, Weiner 1992).

La componente cognitiva es aquella con la que el sujeto mediante los procesos y estrategias mentales elabora, interpreta y da sentido al medio en el que se desenvuelve y en el que lleva a cabo sus conductas que producen efectos. Tanto a las conductas como a sus resultados el sujeto atribuye causas, unas de carácter interno, relacionados con la percepción y las motivaciones personales, y otras de carácter externo, relacionados con la realidad y el medio social. Dichas atribuciones pueden obedecer, o no, a causas reales, estar distorsionadas por percepciones parciales, etc., en cualquier caso las atribuciones asignan causas a los fenómenos e influyen sobre las actitudes, que junto con los sentimientos, las vivencias y el carácter personal modifican la propia estructura motivacional (Weiner 1992, Novak y Gowin 1984).

De este modo la evaluación actitudinal es compleja, y tendría que realizarse en sus diversas componentes: afectiva, motivacional, cognitiva y conductual. Pasamos a

tratar la evaluación de las componentes motivacional y conductual en relación a las actividades de enseñanza aprendizaje, puesto que la evaluación afectiva y cognitiva no es posible por tratarse de procesos mentales internos del ciclo actitudinal, otra cosa diferente sería la evaluación de la base orientadora de la acción (metas orientadoras u objetivos conceptuales) y la base ejecutiva (metas de realización u objetivos procedimentales), que constituyen, junto con su formación, tareas de la enseñanza.

La evaluación conductual se realiza en base a los comportamientos y verbalizaciones externas que lleva a cabo el sujeto en las situaciones en que se desenvuelve, las técnicas que existen son las siguientes (Weiner 1992):

- Observación directa en ambiente natural.
- Observaciones de respuestas a circunstancias generadas por el evaluador.
- Respuestas manifestadas en situaciones de dramatización de roles.
- Autoinformes. Tienen el problema de que no cumplen con la validez esencial en el diseño de métodos de evaluación para este tipo de dimensión actitudinal.
- Entrevista conductual.

La evaluación motivacional es harto difícil, puesto que constituyen estructuras de carácter interno que no son directamente observables y medibles, sólo se puede llevar a cabo de modo indirecto por las afirmaciones en ese sentido del sujeto, pero que pueden estar distorsionadas por el carácter inconsciente o desconocido que en muchos casos tienen aquellas y por diferentes sentimientos, valores y creencias personales. Cuanto más problemáticas sean socialmente las motivaciones más se afirma el carácter distorsionador de la conciencia en relación a éstas. Ahora bien, en relación a temas que no sean excesivamente problemáticos socialmente y se guarde el carácter personal del encuestado es de esperar que las motivaciones se expresen de manera menos distorsionada (Weiner 1992, Fromm 1981).

Los métodos que existen para medir de modo indirecto las motivaciones son las encuestas, entre cuyos tipos se pueden citar (Del Carmen et col. 1997):

- Escala de valores, o escala Likert: En relación a un juicio se propone al encuestado una escala de valores graduada en un intervalo, sobre la cual debe decidir su posición. La escala de control es similar a la anterior, pero las posibles respuestas de la escala de valor son binómicas (si/no, bien/mal, de acuerdo/en desacuerdo, etc.).
- Inventario o catálogo de intereses: En relación a una lista de enunciados, que representan diferentes actividades, factores, etc., el encuestado debe realizar una selección, un orden de preferencia o una valoración.
- Escalas multidimensionales de diferencial semántico: Se presenta un juicio de valor que debe ser completado con un adjetivo, que debe ser seleccionado de una escala bipolar que presenta adjetivos opuestos, y donde, además, se puede proponer una escala de valoración para la gradación de los adjetivos. Si es de tipo abierto se completa con un nombre o adjetivo que pueden ser clasificados por categorías.

En el diseño experimental utilizaremos todos los métodos de encuestas señalados para valorar diferentes intereses y actitudes, así como la observación directa y las respuestas manifestadas al realizar las actividades.



## **CAPÍTULO 3**

# **DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA VERIFICACIÓN DE LA PRIMERA HIPÓTESIS**



### **3. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA VERIFICACIÓN DE LA PRIMERA HIPÓTESIS**

#### **3.1. OPERATIVIZACIÓN DE LA PRIMERA HIPÓTESIS**

En el capítulo anterior hemos formulado y tratado de fundamentar la primera hipótesis de este trabajo de investigación, para ello expusimos las diferentes concepciones filosóficas en torno al sistema de enseñanza aprendizaje, relacionadas con las diferentes metodologías y criterios didácticos, formas de percibir y tratar los contenidos, la imagen de la ciencia y la tecnología que se transmite, deformada en parte como transposición lógica a la enseñanza, y las consecuencias que pensamos tiene todo ello en las concepciones de los alumnos y en sus actitudes, al no realizarse un adecuado tratamiento de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y naturaleza.

Expusimos también que los alumnos pueden poseer y mostrar diferentes clases de actitudes, unas sobre la ciencia, sus teorías y métodos, los científicos, la ciencia y la tecnología y sus implicaciones con la sociedad y el ambiente, y otras en relación a la enseñanza y aprendizaje de las ciencias y las tecnologías asociadas.

Recordemos, a este respecto, que la primera hipótesis de este trabajo era: **En la enseñanza de la ciencia física (electromagnetismo) y de las tecnologías asociadas (electrotécnicas) se proporciona en ocasiones una imagen aislada de su contexto social, predominantemente teórica y cuantitativa, que ignora su conexión con el mundo circundante, así como sus aplicaciones en el entorno natural y social, adquiriendo los alumnos una visión incompleta, distorsionada y descontextualizada de la ciencia y de la tecnología.**

Como consecuencia de ello es de suponer, lo que constituye la segunda parte de la hipótesis, que: **Posiblemente esto pueda ser una de las causas de falta de interés, rechazo y actitudes negativas hacia el estudio y aprendizaje de la ciencia y sus tecnologías asociadas y prefieran la realización de prácticas.**



Para hacer más sencilla la contrastación de esta hipótesis, a la vez que más detallada y rigurosa, la dividíamos en dos grupos de subhipótesis, las relacionadas con concepciones y actitudes en torno a las interacciones CTSA, y las relacionadas con intereses y actitudes de los alumnos respecto a los procesos de enseñanza y aprendizaje en los estudios que realizan sobre ciencia y tecnologías asociadas, de tal modo que permita analizar ambas dimensiones por separado.

### **3.2. PRIMERA PARTE DE LA HIPÓTESIS. SUBHIPÓTESIS EN RELACIÓN A CONCEPCIONES SOBRE INTERACCIONES CTS**

La imagen de la ciencia y la tecnología que se transmite se mostrará en los diferentes agentes que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje, es decir, libros de texto, alumnos y profesores. Siendo más concretos, se pueden emitir las siguientes subhipótesis asociadas en relación a las concepciones:

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 ambiente, especialmente en relación a aplicaciones prácticas y el análisis cualitativo y cuantitativo en sus usos.
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 negativa.
3. Los alumnos no valoraran suficientemente a los profesores como origen de sus concepciones sobre ciencia y tecnología.
4. Los profesores, como productores de los libros y utilizándolos como guías en los procesos de enseñanza-aprendizaje, tendrán unas concepciones similares en algunos aspectos 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.

A continuación pasamos a tratar por separado cada uno de estos factores, concretando nuestra hipótesis principal en diferentes aspectos que puedan ser verificables con un detallado diseño experimental. Para ello será necesario emitir subhipótesis secundarias, o subhipótesis, de la hipótesis principal, o de partida, que podrán ser verificables con mayor facilidad mediante el adecuado diseño experimental.

### **3.2.1. Análisis de textos**

Nuestra hipótesis es 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 aplicaciones, aspectos cualitativos y cuantitativos que consideran las 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, esperamos no serán tratados por los libros de texto:

1. Las ideas previas o preconcepciones de los alumnos sobre la relación entre ciencia y tecnología en los que se fundamentarán los nuevos contenidos o profundizaciones. Necesidades, problemas y razones que dan origen a las soluciones científicas y tecnológicas, rompiendo el tópico o mito de la neutralidad de la ciencia y la tecnología, sus realizadores y utilizadores.
2. El carácter colectivo de la ciencia y la tecnología, cuyos resultados son el esfuerzo de equipos de investigadores, científicos, ingenieros y técnicos, que sirven de base a otras investigaciones posteriores. Por el contrario se da una visión individualista de la construcción de las mismas como obra de genios o inventores.

3. El carácter problemático de las investigaciones científicas y tecnológicas, el valor de las teorías y de las hipótesis en las investigaciones para realizar descubrimientos y llevar a cabo aplicaciones, dando una imagen real de sus métodos. Por el contrario, se plantean como una búsqueda de datos de tipo empirista y atóxico partir de los cuales se inducen consecuencias, o unos procedimientos rígidos que se adaptan a todas las situaciones.
4. Las estrechas relaciones entre ciencia y tecnología, la complejidad de los sistemas de investigación y desarrollo en las empresas y universidades, como medio de resolver problemas, satisfaciendo demandas o cumpliendo expectativas sociales.
5. Las profundas relaciones de la ciencia y la tecnología con el entorno social, que pongan en evidencia los problemas solucionados y generados por el uso de las ciencias y tecnologías asociadas.
6. La influencia que la ciencia y la tecnología han tenido y tienen en la explotación, modificación y preservación del medio natural.
7. La historia y evolución de la ciencia y la tecnología, lo cual puede servir para la reconstrucción de los conocimientos científicos y tecnológicos del alumnado, enseñar como la tecnología no sería posible sin las investigaciones, las teorías, el conocimiento y metodología científica. Además puede mostrar el carácter colectivo de la ciencia y la tecnología, sus personalidades, el papel que juegan las organizaciones universitarias, industriales, económicas y culturales.
8. El planteamiento de actividades con intercambio y comprensión de puntos de vista distintos a los personales, con discusiones constructivas, con valoración crítica que juzgue aspectos y repercusiones positivas y negativas, que 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, contribuyendo de este modo a la formación integral de los alumnos como futuros ciudadanos.

### **3.2.2. Análisis de las concepciones de los alumnos**

Nuestra hipótesis es que la ausencia del tratamiento de las relaciones CTS en la enseñanza probablemente produzca en los alumnos una imagen incompleta o errónea 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 la solución de problemas del mundo práctico y la vida real, lo que se mostrará en su estudio y en su consideración conceptual. Consecuentemente producirá algunas actitudes negativas hacia la misma.
2. Tendrán una visión de la tecnología con mucha aplicabilidad, próxima a la ciencia, pero deformada, sin considerar sus métodos. Consecuentemente producirá algunas actitudes negativas hacia la misma.
3. Poseerán una visión deformada de la ciencia y la tecnología, como obra individual de genios e inventores, no como una obra colectiva que exige organizaciones humanas, que poseen los medios materiales y las estructuras para hacer posible las investigaciones, descubrimientos y aplicaciones, y atender a las demandas sociales.
4. Desconocerán las influencias de los grupos sociales sobre el desarrollo y evolución de la ciencia, no valorando la participación e influencia de las organizaciones sociales. Desconocerán, así mismo, 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.

### **3.2.3. Origen de las concepciones de los alumnos**

Emitíamos como subhipótesis de la primera parte de la hipótesis que: **Los alumnos no valoraran suficientemente a los profesores como origen de sus concepciones sobre ciencia y tecnología.** Si bien es cierto, como ya comentamos anteriormente, 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, es decir, el origen de sus concepciones tendrá un origen multifactorial. Existe un medio humano próximo con el cual el alumno se relaciona, tales como los familiares, amigos, etc., que también influirán en sus concepciones.

### **3.2.4. Concepciones de los profesores**

Nuestra hipótesis es que: **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.**

Como ya mencionamos anteriormente, es lógico pensar que si por una parte los libros son producidos por los profesores y, por otra, los alumnos poseen las concepciones transmitidas por los libros y los profesores, estos últimos tendrán unas concepciones de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y naturaleza similares en algunos aspectos a las de los alumnos (Fleming 1988).

De acuerdo con investigaciones realizadas por diferentes autores existe una gran correlación entre las concepciones poseídas por los profesores en activo y las transmitidas a través de los libros de texto. Sin embargo, es de suponer que los profesores que hayan estado o estén interesados y preocupados por la didáctica de sus materias experimentales posean unas concepciones sobre las relaciones entre ciencia,

tecnología, sociedad y naturaleza más ricas y complejas (Lederman et col. 1987 y 1990, Vilches 1993).

En cursos de didáctica, para profesores del área de ciencias experimentales, sobre relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y naturaleza (Vilches 1993, Solbes y Vilches 1995), en las cuales se les plantea que elaboren alguna actividad para el tratamiento de las relaciones CTS, en general hacen amplias referencias a las relaciones ciencia y tecnología, pero no se mencionan, en general, los aspectos relacionados con la sociedad (influencias que ésta produce sobre el desarrollo y evolución científicotecnológica, o los cambios sociales, culturales y de los modos de vida que producen las innovaciones científicotecnológicas). Así mismo, tampoco se mencionan las interacciones con la naturaleza (explotación de recursos biológicos y materias primas, contaminación y destrucción medioambiental, etc.), y en el mismo sentido tampoco se mencionan aspectos históricos relacionados con la evolución de los complejos científicotecnológicos y sus interacciones con el medio natural y social.

### **3. 3. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA CONTRASTAR LA PRIMERA PARTE DE 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, Press et col. 1986, Calbo 1989). Es importante para este tamaño de muestra abordar el problema desde diferentes perspectivas, y contrastar los resultados con trabajos semejantes realizados por otros investigadores.

#### **3.3.1. Cuestionario para el análisis de textos y criterios de valoración**

##### **3.3.1.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. Plantea actividades para activar y detectar 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 tratan y contextualizan sus aportaciones a la ciencia y la tecnología.
3. Existen actividades de taller o laboratorio que se plantean de modo problemático, simulando el modo en que trabajan los científicos y científicas, con sus teorías y métodos.
4. Aparece la ciencia y la tecnología como un medio de resolver problemas en el medio natural y social.
5. Presenta el papel de la ciencia y la tecnología en la modificación y preservación del medio natural.
6. Muestra la evolución y papel que la ciencia y la tecnología han jugado en la sociedad.
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, mostrando las teorías y métodos empleados en la ciencia y la tecnología.
9. Aparece la ciencia y la tecnología como fruto del trabajo colectivo de organizaciones sociales (empresas, universidades, etc.) 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. Se plantean 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, no individual
	4	Relaciones entre ciencia y tecnología
	5	Modificación y preservación del medio ambiente
3	3	Actividades de taller o laboratorio de carácter problemático
4	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
	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
	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
	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	5	Relaciones de la ciencia y la tecnología con el entorno social
	6	Relaciones de la ciencia y la tecnología con el entorno natural

### 3.3.1.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, un nombre y fecha, 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:

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

En las páginas siguientes se muestra la tabla de toma de datos para anotar los resultados obtenidos con el cuestionario (Cuestionario de Textos I), en 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 relacionada con el cuestionario de textos I.**

<b>TABLA DE RECOGIDA DE DATOS POR LIBRO</b>				
<b>Autor</b>		<b>Año</b>		
<b>Título</b>		<b>Nº Capítulos</b>		
<b>Curso</b>		<b>Editorial</b>		
<b>Aspecto</b>	<b>Capítulos en los que aparece</b>		<b>Total</b>	<b>%</b>
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 5-3. Estadística global de datos sobre análisis de textos para cuestionario de textos I.**

<b>TABLA GLOBAL DE DATOS RECOGIDOS. ESTADISTICAS</b>													
	<b>N° capítulos en que se trata el aspecto</b>												<b>N° capítulos libro</b>
<b>Aspecto</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	
<b>Libro</b>													
1													
2													
3													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
...													
n													
Total capítulos													
Frecuencia relativa													

### **3.3.2. Cuestionarios 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.

#### **3.3.2.A. CUESTIONARIO RELACIONADO CON LAS CONCEPCIONES DE LOS ALUMNOS**

##### **3.3.2.A.1. Cuestionario I**

Para comprobar las subhipótesis emitidas sobre las concepciones de los alumnos (Apdo. 3.1.2), en conexión con la hipótesis principal, es decir, concepciones 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 nueve 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:

##### **3.3.2.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 (Glasser y Strauss 1968, Fromm 1981, Rios 1999, Petrucci y Dibar 2001), asociadas a conceptos generales que engloban una clase amplia que guardan alguna relación o analogía entre ellos. La categorización de las respuestas a cada una de las cuestiones se ha hecho sobre la base del análisis de las respuestas dadas por los alumnos a los cuestionarios.

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.

.....  
.....

Posteriormente haremos una valoración cuantitativa de las respuestas sobre la base de las categorías. Para ello determinaremos la frecuencia relativa de aparición en % de respuestas de cada categoría respecto al número total de encuestados:

Cuantificación = N° respuestas en una categoría/N° encuestados ;  $p_i = N_i/N$

Debemos señalar que como se trata de cuestiones de carácter abierto un encuestado puede, en una cuestión, dar respuestas con conceptos pertenecientes a una sola o a varias de las categorías de clasificación, por esa razón la suma de las frecuencias relativas de todos los grupos o categorías será distinto de 100.

Cada cuestión se convierte así en una variable binaria multidimensional, en la que cada una de las categorías es una variable binaria. Para el análisis estadístico utilizaremos un programa especializado en estas tareas (p.e. en nuestro caso “Scientific Project Statistical Studio”) o una hoja de cálculo (p.e. Excel o SuperCalc), según nos convenga para algunas de las operaciones.

En algunas de las cuestiones realizaremos un análisis de contingencias para comprobar la relación que pueda existir entre aquellas variables que consideremos más significativas. La tabla de contingencias dará la frecuencia relativa de intersección de las categorías o variables binarias (p.e.  $A \cap B$ , de los casos A y B), es decir, la frecuencia conjunta ( $N_{AB}/N$ ) de ocurrencia de ambos casos.

A continuación hacemos una relación de las cuestiones planteadas junto con los criterios de categorización para cada una de las respuestas. En los criterios de clasificación se adjuntan otras expresiones dadas por los encuestados que a criterio del investigador guardan cierta analogía o tienen los mismos significados para ellos.

**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 o intransigente, difícil o complicado, aburrido o tostón, etc., o cuando aparecen solas palabras como fórmulas, calculadora, cálculos, exacto, etc.
- Conceptos (leyes o formulas, exacto o preciso, principios, teorías, hipótesis, ideas, conocimientos, estudios, etc.).
- Procedimientos (laboratorio y sus elementos, reacciones, experimento, fenómenos, analizar, observar, medida, calcular, calculadora, etc.).
- Tecnología (desarrollo, progreso, técnica, utilidad, aplicar, aplicaciones en la vida cotidiana, comodidad, máquinas, medicina, inventos, etc.).
- Expresiones positivas que muestran actitudes positivas: hacen referencia al hombre, científicos, vida, naturaleza, valores humanos, palabras como innovar, interesante, superación, sorpresivo, tiempo, interés, libertad, ingenioso, enseñanza, formación, comprensión, demostrar, cultura, trabajo, etc.).
- Investigación, descubrimiento.
- No sabe o no contesta.

También podemos hacer un análisis cualitativo sobre el tipo de visiones negativas que tienen los alumnos (transmitidas o poseídas) sobre las ciencias físico-químicas y sus procesos de enseñanza aprendizaje, ya citadas en el criterio de categorización. Las clasificaremos en:

- Tostón aburrido.
- Difícil, complicado, complejo.
- Exactitud, fórmulas, calculadora, cálculos.
- Peligro (contaminación, radiaciones, etc.).
- Suspensos.

Pudiéndose con este criterio establecer una comparación con las visiones negativas que los alumnos puedan poseer respecto a la tecnología en la cuestión 4.

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

**Criterio de categorización:** Las respuestas y los conceptos involucrados los categorizamos en los siguientes grupos:

- Estudio.



- Búsqueda de explicación (causas, investigación, razones, descubrimiento, etc. ).
- Tautología (definición echa con las mismas palabras, p.e. trata de la física y la química, o los fenómenos de... , relación entre... ).
- Definición amplia (p.e. objetos y fenómenos naturales o materiales, composición y comportamiento, medida y relación de las magnitudes, etc.).
- Aplicaciones (máquinas, inventos, sistemas, desarrollo, tecnología, etc.).
- 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 o intransigente, difícil o complicado, aburrido o tostón, etc., o cuando aparecen solas palabras como fórmulas, calculadora, cálculos, exacto, etc.
- Conceptos (leyes o formulas, exacto o preciso, principios, teorías, hipótesis, ideas, conocimientos, estudios, etc.).
- Procedimientos (laboratorio y sus elementos, reacciones, experimento, fenómenos, analizar, observar, medida, calcular, calculadora, etc.).
- Aplicaciones (desarrollo, progreso, utilidad, técnica, aplicar, aplicaciones en la vida cotidiana, comodidad, máquinas, medicina, inventos, etc.).
- Expresiones positivas que muestran actitudes positivas: hacen referencia al hombre, científicos, vida, naturaleza, valores humanos, palabras como innovar, interesante, superación, sorpresivo, tiempo, interés, libertad, ingenioso, enseñanza, formación, comprensión, demostrar, cultura, trabajo, etc.).
- Investigación, descubrimiento.
- Ciencia.
- No sabe o no contesta.

También podemos hacer un análisis cualitativo sobre el tipo de visiones negativas que poseen los alumnos sobre las tecnologías, del mismo tipo que señalamos en la cuestión primera

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

**Criterio de categorización:** Las respuestas las clasificamos en cuatro grupos asociadas a:

- Estudio (p.e. Es el estudio de las técnicas y las aplicaciones prácticas de la ciencia).
- Asignatura, materia, rama, teoría.
- Búsqueda de explicación (causas, investigación, razones, descubrimiento, etc. ).
- Tautología (definición echa con las mismas palabras, p.e. trata sobre los avances tecnológicos).
- Ciencia.
- Aplicaciones (bienestar, inventos, máquinas, sistemas, desarrollo, etc.).
- Actitudinales positivas (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, obtiene resultados, logra adelantos, descubre.
- Investiga (se hace preguntas, experimenta, plantea hipótesis, desarrolla teorías, etc.).
- Mejora la vida, condiciones de la humanidad, etc.
- Realiza inventos (desarrolla o mejora cosas, etc.).
- Estudioso (conocedor, experto en su área).
- Genio, famoso, gran capacidad.
- Recopila datos o medidas.
- Neutral u objetivo.
- Desinteresado.

- Trabajador, hace bien las cosas.
- Tautología (definición echa con las mismas palabras, p.e. el que trabaja en la ciencia).
- 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, desarrollo económico, comercio).
- Gubernamentales (políticas, subvenciones, presupuestos, etc.).
- Demandas sociales (motivaciones, necesidades o problemas, intereses, etc.).
- Investigación, experimentación.
- Industria, empresas, tecnología, desarrollo.
- Cultura , ilustración y creencias.
- Régimen político (Democracia, factores políticos, libertad, etc.).
- Estudios (formación, capacidad, preparación, etc.).
- Medios materiales (máquinas, tecnología).
- Históricos (pasado).
- Trabajo (esfuerzo, interés, dedicación a ..., etc.).
- Personas (científicos, factor humano).
- 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:** Clasificaremos aquellas respuestas que hacen referencia a una, dos o más situaciones sociales (generales o históricas) que han influido en el desarrollo de la ciencia y la tecnología, o que hacen mención a personas o científicos que han tenido una poderosa influencia sobre la ciencia. Además haremos una clasificación de los conceptos involucrados en las respuestas dadas, en los siguientes grupos:

- Respuesta a necesidades o problemas (mejora de vida, curar enfermedades, etc.).
- Personajes (nombres propios de personas que han influido en la ciencia).

- Ambiente socio-político (democracia, dictadura, libertad religiosa, sufragio, crítica social, ética, revoluciones, movimientos contestatarios, etc.).
- Culturales (desarrollo de teorías, investigación en..., descubrimientos en ...).
- Guerra, conflictos humanos.
- Productos industriales o ventajas sociales (extracción materias primas, máquinas, artefactos, medicamentos, comunicaciones, salud, etc.).
- Ambiente económico (dinero, intereses, comercio, desarrollo industrial o económico, revolución industrial, éxodo rural, crisis, etc.).
- Política, política gubernamental 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:** La clasificación que haremos según aspectos positivos y negativos señalados por los encuestados será:

**a.** Aspectos positivos o ventajas de la ciencia y la tecnología:

- Nivel de vida (calidad de vida, comodidad, menor esfuerzo, bienestar, etc.).
- Comunicaciones.
- Cultura, conocimientos, estudio.
- Desarrollo, mejoras, beneficios, evolución, productos en general.
- Salud, medicina.

**b.** Aspectos negativos o desventajas de la ciencia y la tecnología:

- Intereses.
- Guerra, armas, desgracias.
- Deshumanización, trabajo realizado por máquinas.
- Contaminación, destrucción ambiental, agotamiento de recursos.
- Utilización, falta de ética.

**c.** 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:

- No.
- Sí.
- No sabe o no contesta.

Tomando como base la afirmación positiva o negativa, haremos una clasificaremos adicional de las razones en aquellos casos que se den, tendremos en cuenta que la afirmación condicional “ si, si fuese” es igual a la doble negación “no, porque no...”. Las razones (afirmativas o condicionales) las clasificaremos en los siguientes grupos:

- Dinero o medios.
- Estudios (estudiando, no los he acabado, no son suficientemente profundos, etc.)
- Científico (licenciado, ingeniero, etc.)
- Personaje importante o influyente.
- Ejerciendo como profesional o en la vida laboral (aplicando los conocimientos, la tecnología, en bien de otras personas, etc.).
- Desarrollando (dispositivos, mejorando métodos, inventando).
- Participando en organizaciones sociales (en la sociedad).
- Como consumidor (satisfaciendo necesidades).
- A través de los impuestos.

Así mismo existen otras razones del “no” no incluidas en los grupos anteriores, y que hemos clasificado en:

- No se dan.
- No me gusta estudiar.
- No soy genio o superdotado.
- Está todo inventado.
- Desilusión o despreocupación.

### 3.3.2.A.3. Visiones negativas sobre las ciencias físico-químicas y la tecnología

Como se comento en las cuestiones 1 y 3 podemos hacer un análisis cualitativo y cuantitativo sobre el tipo de visiones negativas que tienen los alumnos, que se corresponden en algunos casos con la transmisión de visiones erróneas o incompletas sobre la ciencia y el trabajo científico. En la tabla siguiente se pueden establecer los tipos y comparación entre las ciencias físico-químicas y la tecnología. Recordemos que esas visiones negativas eran palabras como suspensos o intransigente, difícil o complicado, aburrido o tostón, peligro, o cuando aparecen solas palabras como fórmulas, calculadora, exacto, etc.

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

Visiones negativas	Total	Tostón, aburrido	Difícil, complicado	Exactitud, formulas, calculadora	Peligro	Suspensos
Física- Química						
Tecnología						

### 3.3.3. Cuestionario para el análisis del origen de las concepciones de los alumnos sobre CTS

Emitíamos como subhipótesis que los alumnos no valoraran suficientemente a los profesores como origen de sus concepciones sobre ciencia y tecnología. El origen de sus concepciones tendrá un origen social multifactorial.

Entre los medios de transmisión cultural debemos destacar la divulgación científica en: los programas de televisión, artículos de revistas y diarios, libros sobre ciencia y tecnología. Además literatura relacionada con el tema (tales como los libros de ciencia-ficción, etc.) y el cine. En cuanto al medio humano hay que mencionar a familiares y amigos.

Como diseño experimental para analizar el origen de las concepciones de los alumnos en la página siguiente se muestra el cuestionario con el que se intenta determinar de donde provienen las concepciones de los alumnos según los propios alumnos, y la valoración de su influencia por ellos mismos (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).

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? .....
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) \_\_\_\_\_

### 3.3.4. Cuestionario para el análisis de concepciones de los profesores

Las concepciones de los profesores están relacionadas con el modo en que ellos tratarían en sus contenidos diferentes aspectos de las interacciones entre ciencia, tecnología, sociedad y naturaleza. Para ello se les plantea la siguiente pregunta (Cuestionario I de profesores):

#### CUESTIONARIO DE PROFESORES I

**Cuestión:** ¿Crees que puede tener algún interés, desde el punto de vista didáctico, para aumentar el interés de los alumnos hacia la asignatura que impartes, el tratamiento de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad?, ¿qué actividades realizarías con relación a ese tema

### 3.4. SEGUNDA PARTE DE LA HIPÓTESIS. SUBHIPÓTESIS CON RELACIÓN A MOTIVACIONES, INTERESES Y ACTITUDES

En el capítulo anterior hemos formulado y tratado de fundamentar esta parte de la hipótesis de investigación, para ello expusimos como el campo motivacional influye en el aprendizaje y viceversa, los diferentes tipos de motivos que existen, las complejas estructuras que forman, y como a través de la acción se modifican las atribuciones causales que afectan a las mismas. De este modo una acción adecuada del aprendizaje debería actuar de modo que consiguiese modificar el campo motivacional desde una posición extrínseca a otra intrínseca y enfocada al logro, aumentando el impulso cognitivo de los alumnos. Pensamos que uno más de los modos de conseguir esa modificación es un adecuado tratamiento de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente, que trataremos de explicar como se puede llevar a cabo en la formulación y fundamentación de la segunda hipótesis.



Ya comentamos que descomponemos el análisis de los intereses y actitudes de los alumnos en varias dimensiones: Motivaciones para realizar los estudios académicos actuales y los intereses y emociones que en ellos despiertan diversos factores de la enseñanza. Estos últimos considerados en tres coordenadas: *factores más valorados* para que los estudios realizados sean más interesantes, *factores que despertarían mayor interés* por los estudios realizados y, por último, *factores que pueden crear una actitud desfavorable o de desinterés* hacia los estudios que realizan. Además, analizamos el tipo de actividades experimentales, prácticas y de investigación para ver en que grado se aproxima lo que los alumnos desearían con lo que realizan, y el grado de valoración que alcanzan las enseñanzas recibidas en ciencia y tecnología hasta la actualidad. Emitimos de este modo las siguientes subhipótesis:

6. En relación a las motivaciones personales de los alumnos, tendrán un gran peso las de carácter extrínseco, en concreto obtener el título para conseguir trabajo, acorde con los intereses más inmediatos de los alumnos para su inserción en el mundo laboral, y punto de partida para que en el proceso de enseñanza aprendizaje se vayan generando motivaciones intrínsecas de carácter cognitivo y de logro académico.
7. Los factores que más valorarán y despertarían mayor interés en los alumnos, son la realización de prácticas, los materiales para realizarlas, la metodología de los profesores y la conexión con la realidad, es decir, factores relacionadas con el área del saber hacer, con el modo de impartir la instrucción y la enseñanza de los profesores en los saberes teóricos y prácticos (¿qué es?, ¿cómo?, ¿por qué?, ¿con qué?, etc.) y la conexión de lo que estudian y las actividades que realizan con la realidad.
8. Los factores que contribuirán a crear una actitud desfavorables o de desinterés de los alumnos hacia los estudios que realizan serán los profesores y su metodología, los compañeros, la utilidad de lo impartido y los materiales utilizados.
9. No valorarán suficientemente las situaciones problemáticas que requieran procesos de investigación para su resolución.

10. No valorarán suficientemente las enseñanzas recibidas hasta la actualidad sobre las ciencias experimentales y las tecnologías asociadas.

### **3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA CONTRASTAR LA SEGUNDA PARTE DE LA HPÓTESIS**

#### **3.5.1. Cuestionario para el análisis de las motivaciones, intereses y actitudes y criterios de valoración**

##### **3.5.1.A. Cuestionario y subhipótesis**

Para comprobar las subhipótesis emitidas sobre los intereses y actitudes de los alumnos con relación a diferentes factores de la enseñanza de las ciencias y las tecnologías asociadas (Apdo. 3.4), en conexión con la segunda parte de la hipótesis primera, confeccionamos un cuestionario a formalizar por los alumnos (CUESTIONARIO DE ALUMNOS III), formado por siete cuestiones que se pueden ver en la página siguiente.

### CUESTIONARIO DE ALUMNOS III

1. Valora (de 0 a 10) si la enseñanza recibida hasta la actualidad han despertado tú interés por la ciencia, la tecnología y sus aplicaciones. \_\_\_\_
2. Señala qué motivos son más importantes, de los que se indican a continuación, para realizar y tener interés en los estudios:
  - Encontrar trabajo.                       Formarme como ciudadano.     Saber más.
  - Valoración social del título.     Al acabar tendré trabajo.         Saber hacer.

3. Señala los factores que aumentan o pueden aumentar tú interés hacia los estudios que realizas de las ciencias y tecnologías asociadas y sus aplicaciones.
  - a. \_\_\_\_\_
  - b. \_\_\_\_\_
  - c. \_\_\_\_\_
  - d. \_\_\_\_\_

4. Valora (de 0 a 10), de los factores que se indican, los que crees más importantes para que los estudios que realizas sean más interesantes.

Factor	Valoración
Metodología del profesor	
Hacer problemas	
Hacer prácticas	
Conexión teoría-prácticas	
Materiales de prácticas	
Conexión teoría- realidad	
Tratar relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad	
Realizar visitas a fábricas e industrias	
El modo de evaluar	
Libros de texto utilizados	
Hacer prácticas en las empresas	
La actitud de tus compañeros	

5. Expresa que aspectos que contribuyen o pueden contribuir a crear una actitud desfavorable o de desinterés hacia los estudios que realizas:
  - \_\_\_\_\_
  - \_\_\_\_\_
  - \_\_\_\_\_

6. De los siguientes tipos de prácticas que se señalan a continuación:
  - a. Son relativamente claras, hay que realizar los montajes.
  - b. Hay que realizar alguna consulta y se realiza el montaje.
  - c. Sobre la base de lo que sabemos hay que realizar un análisis y un diseño individual o en grupo, y posteriormente se realiza el montaje.
- 6.a. Indica a qué tipo se ajustan más las prácticas que realizas: (a, b, c): \_\_\_\_
- 6.b. Indica qué tipo de prácticas te gustaría realizar más (a, b, c): \_\_\_\_

Cada cuestión trata de verificar alguno de los aspectos mencionados con relación a las motivaciones, intereses y actitudes de los alumnos, aunque algunas de ellas pueden estar relacionadas con más de uno a la vez. En la tabla siguiente (Tabla 3.5) se relacionan las cuestiones con las subhipótesis emitidas:

**Tabla 3-6. Relación entre cuestiones y subhipótesis en el cuestionario III para alumnos.**

Cuestión	Subhipótesis	Aspecto
1	5	Valoración de las enseñanzas recibidas en CT hasta la actualidad
2	1	Motivaciones para realizar los estudios actuales
3	2	Factores que pueden despertar mayor interés.
4	4	Valoración de factores en los procesos de enseñanza aprendizaje
5	3	Factores que pueden contribuir a crear actitudes desfavorables hacia los procesos de enseñanza aprendizaje.
6.a	4	Tipo de situaciones prácticas realizadas
6.b	4	Tipo de situaciones prácticas preferidas

Debemos señalar que en preguntas cerradas, es decir, donde se manifiesta de forma explícita un término que se debe elegir, es importante considerar que su selección o valoración va a depender del significado que le de el alumno, especialmente nos referimos a la cuestión III-5, en la que los términos “conexión teoría- realidad” y “tratar relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad” pueden ser términos con múltiples significados, no necesariamente coincidentes y considerados todos ellos, a no ser que se haya concretado su significado.

### 3.5.1.B. Criterios de valoración

Para la valoración de algunas de las respuestas a las cuestiones planteadas, puesto que al ser de carácter abierto pueden ser variadas y múltiples, se ha hecho un análisis de las respuestas de carácter cualitativo, clasificando las respuestas más

significativas (Glasser y Strauss 1968, Fromm 1981, Rios 1999, Petrucci y Dibar 2001), del resto se hará una breve mención en el comentario de resultados

La valoración cuantitativa de las respuestas clasificadas la hacemos por la frecuencia relativa de aparición en % respecto al número total de encuestados:

Cuantificación =  $100 \text{ N}^\circ \text{ respuestas de una clase} / \text{N}^\circ \text{ encuestados}$

En aquellas cuestiones de carácter abierto, como el encuestado puede dar una o más de las respuestas clasificadas, la suma de las frecuencias relativas de las mismas será distinta de 100. En aquellas de respuesta única la suma de las frecuencias relativas será 100.

A continuación hacemos una relación de las cuestiones planteadas junto con los criterios de clasificación para cada una de las respuestas. En los criterios de clasificación se adjuntan otras expresiones dadas por los encuestados que a criterio del investigador significan lo mismo.

**Cuestión 1:** Valora (de 0 a10) si la enseñanza recibida hasta la actualidad ha despertado tú interés por la ciencia, la tecnología y sus aplicaciones.

**Criterio de clasificación:** Las respuestas las clasificamos en cuatro grupos, los intervalos:  $(0 \leq x < 5)$ ,  $(5 \leq x < 6'5)$ ,  $(6'5 \leq x < 8'5)$ ,  $(8'5 \leq x < 10)$ . La valoración global será la media de las valoraciones.

**Cuestión 2:** Señala qué motivos son más importantes, de los que se indican a continuación, para realizar y tener interés en los estudios:

**Criterio de clasificación:**

Las respuestas las clasificamos en dos grandes grupos, aquellas motivaciones de carácter más personal o intrínsecas, y las que tiene un origen externo, social o motivaciones extrínsecas. Al primer grupo pertenecen: Saber más, saber hacer y formarse como ciudadano; al segundo grupo: Encontrar trabajo, tener trabajo (al acabar), y valoración social del título.

**Cuestión 3:** Señala los factores que aumentan o pueden aumentar tú interés hacia el estudio de las ciencias y las tecnologías asociadas y sus aplicaciones.

**Criterio de clasificación:** Se han clasificado las siguientes respuestas: Obtener trabajo, salida profesional. Obtener el título, acceder a otros estudios superiores. Prácticas en empresas. Mejores prácticas. Más prácticas. Relación teoría-prácticas. Más materiales. Mejores materiales. Ambiente de clase. Relación profesor- alumno. Ser buen profesional (estudiar, saber, conocer). Tener libros. Menos asignaturas no tecnológicas. Visitas. Conexión realidad. Profesorado. Nuevas tecnologías (autómatas, ordenadores). Mejor enseñanza. No sabe/no contesta (NS/NC).

**Cuestión 4:** Valora (de 0 a 10), de los factores que se indican, los que crees más importantes para que los estudios que realizas sean más interesantes.

**Criterio de clasificación:** Se determinará la media de la valoración que hagan los alumnos de los distintos factores, que son los siguientes: Metodología del profesor. Hacer problemas. Hacer prácticas. Conexión teoría- prácticas. Poseer mejores materiales de prácticas. Conexión teoría- realidad. Tratar relaciones entre ciencia- tecnología y sociedad. Realizar visitas a fábricas e industrias. Modo de evaluar. Libros utilizados. Hacer prácticas en empresas. Actitud de los compañeros.

**Cuestión 5:** Expresa que aspectos que contribuyen o pueden contribuir a crear una actitud desfavorable o de desinterés hacia los estudios que realizas:

**Criterio de clasificación:** Como se trata de una pregunta de carácter abierto las respuestas se han clasificado en los siguientes tipos:

- Profesores: Aspectos no definidos (se citan solamente), actitud (interés, motivación), relación profesor- alumno (acoplarse, falta de entendimiento, comprensión, falta de respeto, etc.), visiones negativas.
- Metodología del profesor (forma de dar las clases, explicar, aclarar dudas, monotonía).
- Evaluación (modo de evaluar, etc.).
- Compañeros: Entran en este grupo las relaciones entre alumnos (actitud, respeto, ambiente, interés, relaciones), sentimientos de trato diferencial (falta

de... o no hay compañerismo, discriminación, romper relaciones, etc.), visiones negativas.

- Materiales de prácticas insuficientes.
- Materiales de prácticas obsoletos o deficientes.
- Prácticas insuficientes.
- Prácticas sin interés.
- Contenidos excesivos, cumplir programas.
- Contenidos sin utilidad, poco prácticos, etc.
- Contenidos incomprensibles, o estructura deficiente.
- Contenidos no de la especialidad, de relleno, etc.
- Instalaciones.
- Conexión entre teoría y prácticas o viceversa.
- Conexión con la realidad o con el mundo real.
- Estado personal (estudiar y trabajar, atravesar malos momentos, etc.)
- No sabe o no contesta (NS/NC).

**Cuestión 6.a:** En las prácticas que realizas en el taller indica, según tu criterio, a que tipo se ajustan más.

**Criterio de clasificación:** Las prácticas se clasifican en tres tipos: A- Muy estructuradas. B- Semiestructuradas. C- Problemáticas.

**Cuestión 6.b:** De las clases de prácticas indicadas anteriormente, indica cual sería el tipo que tú considerarías ideal y que más te gustaría realizar.

**Criterio de clasificación:** Igual que en la anterior las prácticas se clasifican en tres tipos: A. Muy estructuradas. B. Semiestructuradas. C. Problemáticas.

En ambas cuestiones (6.a y 6.b) definimos el tipo de prácticas como:

Tipo A: Muy estructurada: Son relativamente claras, hay que realizar los montajes.

Tipo B: Hay que realizar alguna consulta y se realiza el montaje.

Tipo C: Sobre la base de lo que sabemos hay que realizar un análisis y un diseño individual o en grupo, y posteriormente se realiza el montaje.

## **CAPITULO 4**

### **PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE**

### **RESULTADOS**

### **DE LA PRIMERA HIPOTESIS**





## **4. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA PRIMERA HIPOTESIS**

### **4.1. INTRODUCCIÓN**

En éste capítulo vamos a presentar y analizar los resultados obtenidos mediante la aplicación de los diferentes cuestionarios del diseño experimental relacionados con la primera hipótesis, tratados en el capítulo anterior (cuestionarios de profesores, alumnos y textos). Como ya hemos mencionado, nuestra primera intención es analizar y conocer las concepciones sobre las interacciones entre ciencia, tecnología, sociedad y naturaleza, y detectar aquellas que se consideren erróneas o incompletas, para mas tarde modificarlas o ampliarlas y mejorar las actitudes hacia el aprendizaje de las ciencias y las tecnologías asociadas a través de actividades CTS. En segundo lugar analizar y conocer los intereses, motivaciones y actitudes de los alumnos sobre los procesos de enseñanza aprendizaje de las ciencias experimentales y las tecnologías asociadas.

Sobre concepciones de los alumnos de control sobre las interacciones CTSA, comenzaremos por analizar los resultados obtenidos mediante la aplicación del cuestionario a los libros de texto, para seguir con las concepciones sobre ciencia y tecnología que poseen los alumnos y los posibles orígenes de esas concepciones, y por último, el cuestionario de profesores y el modo en que estos introducirían actividades CTS en sus programas. Al final se presentan los resultados sobre el análisis de intereses, motivaciones y actitudes de los alumnos sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje en el campo de la ciencia y las tecnologías asociadas.

## 4.2. CUESTIONARIO SOBRE LIBROS DE TEXTO

El cuestionario fue aplicado a 14 libros de electrotecnia de las enseñanzas de Formación Profesional y del Bachillerato Técnico, que eran prácticamente los existentes en el mercado. 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, al tratarse de una materia muy específica, debemos mencionar que la cantidad de libros editados recientemente tampoco es elevada. En la página siguiente (Tabla 4-1) se muestran los resultados obtenidos.

Los resultados son los siguientes:

**Cuestión 1:** Plantea actividades para activar y detectar las preconcepciones de los alumnos sobre ciencia y tecnología.

Sólo el 8.5% de los capítulos de los textos analizados pretende sacar las preconcepciones de los alumnos sobre los temas que se tratan. Debemos considerar que no en todos los temas es necesario este tratamiento por constituir continuaciones o concatenaciones de otros.

**Cuestión 2:** No aparecen tópicos habituales sobre los científicos/as e inventores, aspectos biográficos o simples anécdotas, sino que se trata de contextualizar sus aportaciones.

No se hacen menciones a tópicos sobre los científicos. En general, cuando se mencionan científicos se contextualizan sus aportaciones por los contenidos. Sólo en el 1.2% de los capítulos de los libros analizados se aportan actividades con textos a través de los cuales se pueden contextualizar sus aportaciones.

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

ASPECTO	1. Ideas previas de los alumnos	2. Se contextualizan aportaciones de los científicos	3. Actividades de taller problemáticas	4. C y T como medio de resolver problemas	5. Papel de la C y T en el medio natural	6. Historia de la ciencia y papel en la sociedad	7. Influencia del medio social sobre la C y T	8. Aplicaciones de la C y T en la vida cotidiana	9. C y T como fruto del trabajo colectivo	10. Contribuye a la toma de decisiones	11. Actividades de implicación con el exterior	Nº Capítulos del Libro
	Cuestión											
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
15												14
16			16									23
17	20	2	19	1			15		1			21
Total capítulos	27	4	60	5	0	0	16	45	1	0	0	319
Frecuencia relativa %	8.5	1.2	18.8	1.5	1.5	0.0	5.0	14.1	3.1	0.0	0.0	

**Cuestión 3:** Actividades de taller o laboratorio que se plantean de modo problemático, simulando el modo en que trabajan los científicos y científicas.

El 18.8% de los capítulos de los libros de electrotecnia analizados introducen prácticas de taller que plantean 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.

**Cuestión 4:** Aparece la ciencia y la tecnología como un medio de resolver problemas en el medio natural y social.

Sólo en un 1.5% de los capítulos se trata el tipo de problemas que ha resuelto la ciencia y la tecnología, relacionando los descubrimientos científicos con las aplicaciones tecnológicas y los diferentes usos que pueden tener para resolver diferentes situaciones problemáticas.

**Cuestión 5:** Presenta el papel de la ciencia y la tecnología en la modificación y preservación del medio ambiente (CT→A).

Se plantea sólo en un 1.5% de los textos analizados. Debemos mencionar que las implicaciones ambientales de las tecnologías electrotécnicas no son tan obvias, salvo raras excepciones, como en las aplicaciones de otro tipo de tecnologías relacionadas con otras ramas de la ciencia.

**Cuestión 6:** Muestra la evolución y papel que la ciencia y la tecnología han jugado en la sociedad (CT→S).

Este aspecto no es tratado en ninguno de los textos. No se menciona ni la evolución de las ideas científicas ni de las tecnologías asociadas a lo largo de la historia, ni las influencias que han ejercido sobre los usos y costumbres de la sociedad.

**Cuestión 7:** Muestra el papel que el medio social con sus problemas y necesidades han ejercido sobre la evolución de la ciencia y la tecnología (S→CT).

Se muestra en un 5.0% de los textos, pero fundamentalmente a través de la normativa de estandarización aplicada a los productos tecnológicos, p.e. sobre productos eléctricos y electrónicos (normas UNE, ANSI, etc.), catálogos de fabricantes y distribuidores, reglamentos de diferentes tipos de instalaciones, etc.

**Cuestión 8:** Trata aplicaciones de la ciencia y la tecnología en la industria o en la vida cotidiana a través de ejemplos o problemas, mostrando las teorías y métodos de la ciencia y la tecnología.

En el 14.1% de los capítulos de los libros de electrotecnia se muestran aplicaciones de la misma en la vida cotidiana o la industria, tales como instalaciones eléctricas en viviendas o industrias, dispositivos utilizados en diferentes aparatos que se utilizan usualmente para diferentes aplicaciones.

**Cuestión 9:** Aparece la ciencia y la tecnología como fruto del trabajo colectivo de organizaciones sociales (empresas, universidades, etc.) y no como obra individual de genios o inventores.

Se muestra en el 3'1% de los textos analizados, haciéndose mención a situaciones sociales en la historia en la que la contribución de las organizaciones científicas y tecnológicas contribuyeron al desarrollo de la ciencia y la tecnología para la resolución de problemas y abrir nuevas vías de investigación.

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

No existen actividades en la que los alumnos tengan que hacer valoraciones críticas, sopesar ventajas e inconvenientes y tomar decisiones. Sólo está implícito en actividades que los alumnos tienen que realizar.

**Cuestión 11:** Se plantean actividades de implicación con el exterior.

No se plantean 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.

De este modo, se confirman todas las subhipótesis emitidas con relación al tratamiento de las relaciones CTS en los textos. Hemos de señalar que su tratamiento exhaustivo, junto con otros no mencionados que forman parte de los contenidos, probablemente haría de los libros de texto obras voluminosas. Su ausencia puede dar oportunidad a los profesores para tratar dichos aspectos a través de distintas actividades de clase, especialmente las actividades CTS, integradas en los programas didácticos (Aguilar, Marco-Stiefel e Ibáñez 2000).

#### **4.3. CUESTIONARIO SOBRE CONCEPCIONES DE LOS ALUMNOS**

El cuestionario sobre concepciones de los alumnos (CUESTIONARIO I) fue contestado por un total de 51 alumnos, pertenecientes a los ciclos superiores de Formación Profesional del antiguo y nuevo sistema. Los alumnos son de diversas procedencias (formación profesional, bachillerato, mundo profesional, etc.) y están mezclados en proporciones diversas. La muestra no es muy grande dada la estructura de los grupos, con un número reducido de alumnos o con un número de abandonos alto al principio de curso, y los horarios de las asignaturas, de muchas horas en algunos casos, lo cual le da mayor significatividad a la muestra.

A continuación pasamos a exponer y comentar los resultados obtenidos con las preguntas del cuestionario I, indicando la frecuencia relativa de cada grupo de clasificación, y deducir las consecuencias que según nuestro criterio se pueden extraer de los mismos.

## ESTADISTICOS DESCRIPTIVOS DEL CUESTIONARIO DE ALUMNOS I

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

### Resultado I-1

Las frecuencias relativas en % de cada uno de los grupos de clasificación es la siguiente (N=51):

Conceptos	Procedimientos	Actitudinales positivas	Tecnología	Investigación	Visiones negativas	NS/NC
51	29.4	37.3	13.7	9.8	23.5	15.7

### Comentario I-1

Los alumnos relacionan las ciencias físico-químicas mayoritariamente con los contenidos conceptuales (51%), un 29.4% lo hace con dispositivos o procedimientos, es decir, la visión es parcialmente teórica. Sólo un 9.8% las relacionan con investigación, desarrollo y descubrimientos, acorde con la artificialidad que supone la transferencia de situaciones de investigación reales a la situación del aula- clase. Su relación con aplicaciones prácticas o tecnológicas es tan sólo del 13.7%.

Las visiones negativas son del 23.5%, pero son superadas por las actitudes positivas hacia las mismas (37.3%). La clasificación y frecuencia relativa en % de las visiones negativas se muestran en la cuestión (I.3) para establecer un paralelismo con las visiones negativas que los alumnos tienen sobre la tecnología.

### Tabla de contingencias I-1



En la tabla adjunta se muestra la matriz diagonal de contingencias entre cada una de las categorías en frecuencia relativa en %.

	<b>Conc.</b>	<b>Proc.</b>	<b>Act.Pos.</b>	<b>Tecn.</b>	<b>Invest.</b>
Procedimientos	21.6				
<b>Act. Positivas</b>	7.8	7.8			
<b>Tecnología</b>	5.9	2.0	9.8		
<b>Investigación</b>	2.0	7.8	7.8	2.0	
<b>V. Negativas</b>	13.7	7.8	7.8	3.9	0.0

Se observa que las mayores relaciones que establecen los alumnos son entre conceptos y procedimientos (21.6%). Las actitudes positivas se relacionan casi en igual proporción con conceptos, procedimientos, aplicaciones tecnológicas e investigación (del orden del 8 al 10%).

La cantidad de alumnos que teniendo actitudes positivas señalan también aspectos negativos representa un 7.8% de los encuestados.

Las visiones negativas se relacionan más con conceptos y procedimientos, menos con aplicaciones tecnológicas y nada con investigación.

Se infiere que una enseñanza en la que se muestren los métodos de investigación y las aplicaciones tecnológicas de las ciencias físico- químicas aumentará las actitudes positivas del alumnado hacia las mismas.

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

Las frecuencias relativas en % obtenidas en las contestaciones a cada grupo de clasificación han sido (N=51):

NS/NC	Estudio	Explicación	Tautología	Def. amplia	Aplicaciones	Actitudes
39.2	49.0	5.9	35.3	41.2	7.8	0.0

## Comentario I-2

Los alumnos que realizan exclusivamente una tautología para responder a la pregunta, clasificados como NS/NC, son un 35.3% del total. Los alumnos relacionan mayoritariamente las ciencias físico- químicas con el estudio (49%) y realizan una definición amplia de la misma casi en un 41.2%. Sólo un 5.9% la asocia a búsqueda de explicaciones. Más baja es aún la relación que se establece con aplicaciones tecnológicas (7.8 %).

## Tabla de contingencias I-2

En la tabla adjunta se muestra la matriz diagonal de contingencias entre cada una de las categorías en frecuencia relativa en %.

	<b>Estudio</b>	<b>Explica.</b>	<b>Def.Amp.</b>	<b>Aplicación</b>
<b>Explicación</b>	4.6			
<b>Def. Amplia</b>	33.3	0.0		
<b>Aplicación</b>	3.9	0.0	0.0	
<b>Actitudes</b>	0.0	0.0	0.0	0.0

Se puede inferir que los alumnos que realizan una definición amplia y adecuada de las ciencias físico- químicas son aquellos que más la relacionan con el estudio (33.3%). También, aunque en muchísima menor proporción, el estudio esta relacionada en mayor tasa con explicación y aplicaciones tecnológicas.

**Cuestión I-3.** Escribe cinco palabras que expresen para ti lo que es la tecnología.

La frecuencia relativa en % en cada grupo de clasificación ha sido (N=51):

<b>Conceptos</b>	<b>Procedimientos</b>	<b>Actitudinales positivas</b>	<b>Aplicación</b>	<b>Investigación</b>	<b>Ciencia</b>	<b>Visiones negativas</b>	<b>NS/NC</b>
37.3	11.8	62.7	58.8	15.7	9.8	17.6	5.9

### Comentario I-3

Los alumnos relacionan la tecnología con aplicaciones en un 58.8%, lo que coincide con otras investigaciones que ponen de manifiesto el tópico de la tecnología como ciencia aplicada. Por otra parte un 37.3% la relacionan con conceptos y sólo un 11.8% la relaciona con procedimientos o metodologías científicas. Sólo la relacionan con ciencia o investigación un 15.7%. Los alumnos que no saben o no contestan son un 5.9%.

Las visiones negativas son del 17.6%, pero son superadas en más del triple por las actitudes positivas hacia las mismas (62.7%).

### Tabla de contingencias I-3

En la tabla adjunta se muestra la matriz diagonal de contingencias entre cada una de las categorías en frecuencia relativa en %.

	<b>Conc.</b>	<b>Proc.</b>	<b>Act.Pos.</b>	<b>Aplic.</b>	<b>Invest.</b>	<b>Ciencia</b>
Procedimientos	3.9					
<b>Act. Positivas</b>	15.7	9.8				
<b>Aplicaciones</b>	15.7	7.8	45.0			
<b>Investigación</b>	5.8	3.9	11.7	13.7		
<b>Ciencia</b>	3.9	0.0	7.8	5.8	2.0	
<b>V. Negativas</b>	5.8	2.0	9.8	7.8	2.0	0.0

Se observa que las actitudes positivas hacia la tecnología están relacionada mayoritariamente con aplicaciones (45.0%), con conceptos (15.7%) y con investigación (11.7%). Las aplicaciones están relacionadas con conceptos en un 15.7% y sólo con procedimientos en un 7.8%. La cantidad de alumnos que teniendo actitudes positivas señalan también aspectos negativos representa un 7.8% de los encuestados, similar al obtenido para las ciencias físico- químicas.

Se infiere que una enseñanza que muestre las aplicaciones de la ciencia y la tecnología creara mejores actitudes hacia dichos procesos.

### **Visiones negativas sobre las Ciencias físico –químicas y la tecnología (1-1, I-3)**

La clasificación y frecuencia relativa en % de las visiones negativas sobre las ciencias físico- químicas, expresadas en la cuestión I-1, y sobre la tecnología en esta cuestión, son las que se muestran en la tabla, en la que se puede establecer una comparación entre ambas. Recordemos que esas visiones negativas eran: Palabras como suspensos o intransigente, difícil o complicado, aburrido o tostón, peligro, o cuando aparecen solas palabras como fórmulas, calculadora, exacto, etc.

<b>Visiones negativas</b>	<b>Total</b>	<b>Tostón, aburrido</b>	<b>Difícil, complicado</b>	<b>Exactitud, formulas, calculadora</b>	<b>Suspensos</b>	<b>Peligro</b>
Física- Química	23.5	9.8	13.7	3.9	3.9	2.0
Tecnología	17.6	3.9	7.8	2.0	3.9	3.9

Se observa que las mayores visiones negativas, con relación a los estudios de las ciencias físico- químicas y la tecnología es su dificultad y su consideración de tostón, aspectos en los que más difieren.

Algunas de las visiones negativas relacionadas con las ciencias físico- químicas son: peligro en general y radiación. Referentes a la tecnología: deshumanización, eliminar al hombre, alabar la máquina. En ambos casos esas visiones representan del 2 al 4% de los encuestados.

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

### **Resultados 1-4**

La frecuencia relativa en % de las contestaciones que incluyen alguno de los grupos de clasificación es (N=51):

NS/NC	Tautología	Estudio	Asignatura	Explicación	Ciencia	Aplicaciones	Actitudes
13.7	60.8	41.2	15.7	9.8	49.0	49.0	19.6

#### Comentario I-4

Los alumnos que realizan exclusivamente una tautología para responder a la pregunta, clasificados como NS/NC, son un 7.8% del total. Los que hacen una similitud exclusiva entre tecnología y asignatura son un 15.7%, como comentábamos en la cuestión anterior, que además se corresponde con la idea de estudio expresada por el 41.2% de ellos.

Por otra parte, el 49% de los alumnos consideran en la tecnología su componente científica (idea de ciencia) y casi en la misma proporción aplicación de la misma para solución de problemas de la vida diaria (49%). La consideración de la tecnología como búsqueda de explicaciones es del 9.8%, con relación a la componente científica. Las actitudes positivas hacia la tecnología alcanzan un valor del 19.6%, que se puede considerar aceptable.

#### Tabla de contingencias I-4

En la tabla adjunta se muestra la matriz diagonal de contingencias entre cada una de las categorías en frecuencia relativa en %.

	Estudio	Asignatura	Explica.	Ciencia	Aplicación
Asignatura	5.9				
Explicación	7.8	0.0			
Ciencia	25.5	2.0	3.9		
Aplicación	23.5	0.0	2.0	29.4	
Actitudes	7.8	0.0	3.9	9.8	11.8

Se observa que existe una gran correlación entre la consideración de estudio y ciencia (25.5%). También podemos comprobar, como la mayor correlación con aplicaciones se establece con estudio (23.5%), con ciencia (29.4%), y con actitudes

positivas (11.8%). Las actitudes positivas se relacionan más con una idea de ciencia en la tecnología (9.8%) y con aplicaciones de la misma (11.8%).

Se infiere que una enseñanza en la que se muestren aplicaciones tecnológicas de las ciencias físico- químicas aumentará las actitudes positivas del alumnado hacia las mismas.

**Cuestión I-5:** Explica brevemente lo qué es para ti un buen científico o científica.

**Resultado I-5**

La frecuencia relativa en % de los grupos de clasificación de las respuestas es la que se muestra (N=51):

<b>NS/NC</b>	<b>Resuelve, descubre</b>	<b>Investiga</b>	<b>Mejora vida desarrolla</b>	<b>Inventa</b>	<b>Estudioso</b>
19.6	15.7	29.4	27.5	19.6	27.5
<b>Genio</b>	<b>Recopilador</b>	<b>Neutral</b>	<b>Desinteresado</b>	<b>Trabajador</b>	<b>Tautología</b>
11.8	3.9	2.0	3.9	15.7	5.9

**Comentario I-5**

Los alumnos que realizan exclusivamente una tautología para responder a la pregunta, clasificados como NS/NC, son un 5.9% del total.

La mayor relación que se establece con buen científico es la de investigador (29.4%), persona estudiosa y conocedora de su ámbito (27.5%), que a través de su actividad laboral (15.7%) intenta mejorar la vida (27.5%) descubriendo o resolviendo problemas (15.7%). Se relaciona científico con la idea de inventor (persona que mejora o desarrolla cosas) en un 19.6%. Un 11.8% del alumnado relaciona científico con la idea tópica de genio o superdotado.

Las visiones más deformadas que poseen los alumnos sobre los científicos son: la decimonónica de inventor (19.6%), relacionada en parte con las patentes, la de genio (11.8%), la de recopilador de datos (3.9%), neutral (2.0%) y desinteresado (3.9%).

### Tabla de contingencias I-5

Las principales relaciones establecidas por los alumnos entre las acciones (estudiar, investigar y trabajar) y resultados (inventar, mejorar vida y descubrir o resolver problemas) es la que se muestra en la tabla (en %):

	<b>Estudiar</b>	<b>Investigar</b>	<b>Trabajar</b>
<b>Inventar</b>	3.9	5.9	2.0
<b>Mejorar vida</b>	7.8	9.8	2.0
<b>Descubrir</b>	0.0	11.8	3.9

Observamos que con la idea de científico la mayor relación que se establece es de investigador que resuelve problemas o descubre (11.8%) y mejora la vida (9.8%). La mayor relación con estudio es la de mejorar la vida (7.8%), acorde con la idea de desarrollar (o mejorar artefactos y métodos) que se verá en la cuestión 9. Recopilar datos no se relaciona ni con las acciones ni resultados mencionadas anteriormente

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

Respuesta I-6

La frecuencia relativa en % de cada grupo de clasificación son las siguientes (N=51):

<b>NS/NC</b>	<b>Económicos</b>	<b>Gubernamentales</b>	<b>Demandas sociales</b>	<b>Investigación</b>	<b>Industria</b>	<b>Culturales</b>
5.9	35.3	5.9	13.7	11.8	0.0	2.0
<b>Régimen político</b>	<b>Estudios, preparación</b>	<b>Medios</b>	<b>Precedentes Históricos</b>	<b>Trabajo, dedicación</b>	<b>Personas</b>	
0.0	15.7	19.6	0.0	9.8	15.7	

## Comentario a I-6

La mayor relación que se establece entre el desarrollo científico y tecnológico es con el factor económico (dinero, desarrollo económico o comercio) en un 35.3%, acorde con los resultados que se observan en la cuestión 9. Le siguen en orden de importancia: medios 19.6%, estudios y preparación 15.6%, factor humano (científicos) en un 15.7%, demandas sociales 13.7%, investigación 11.8% y trabajo y dedicación 9.8%. Los factores menos considerados son la industria (0%), los precedentes históricos anteriores (0%), la forma de gobierno (0%) y las políticas gubernamentales 5.9%.

### Tabla de contingencias I-6

En la tabla adjunta se muestra la matriz diagonal de contingencias entre cada una de las categorías en frecuencia relativa en %:

	Económicos	Gubernamentales	Demandas sociales	Investigación	Industria	Culturales	Régimen político	Estudios, preparación	Medios	Históricos	Trabajo, dedicación
Gubernamentales	3.9										
Demandas sociales	3.9	0.0									
Investigación	7.8	2.0	0.0								
Industria	0.0	0.0	0.0	0.0							
Culturales	2.0	0.0	2.0	0.0	0.0						
Régimen político	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
Estudios, preparación	3.9	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0				
Medios	<b>7.8</b>	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	11.8			
Históricos	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
Trabajo, dedicación	5.9	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	3.9	<b>5.9</b>	0.0	
Personas	5.9	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	7.8	7.8	0.0	2.0



Las mayores correlaciones que se establecen con relación a factores que influyen sobre el desarrollo de la ciencia y la tecnología es entre el “económico” y: “medios” (7.8%), “investigación” (7.8%), “personas dedicadas a la ciencia y la tecnología” (5.9%), el “trabajo y dedicación” (5.9%). La mayor relación establecida es entre “personas” y “medios” (11.8%). Otras relaciones importantes son entre “medios” y: “personas” (7.8%), “trabajo o dedicación” (5.9%). Por último con “personas” se relacionan: “estudios o preparación” (7.8%) y “medios” (7.8%).

Estos resultados tienen cierto paralelismo en algunos aspectos con los obtenidos en el análisis de la cuestión 9.

Hemos de señalar que la imagen más incompletas o distorsionadas que poseen los alumnos es que no se consideran los grupos estructurados, las organizaciones industriales, universitarias y gubernamentales, el ambiente o régimen político en el que se investiga y trabaja, los precedentes históricos en el desarrollo de la ciencia. La visión es más bien individualista, que en cierta medida se corresponde con la imagen de inventor.

**Cuestión I-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.

### **Resultados I-7**

A continuación se muestran dos tablas, la primera se refiere al número de contestaciones que hacen mención a hechos, personajes o situaciones que han influido en la evolución y desarrollo de la ciencia y la tecnología, la segunda hace referencia a las frecuencias relativas de distintos grupos de contestaciones.

Frecuencia relativa en % (N=51) de mención de una o más situaciones, hechos o personajes:

<b>Hacen mención a:</b>	<b>%</b>
Un hecho o situación	3.9
Dos hechos o situaciones	17.6
Tres hechos o situaciones	15.7
Una persona relevante	7.9
Dos personas relevantes	2.0
Tres personas relevantes	3.9

### **Comentario I-7.1**

Un sexto de los alumnos (15.7%) hacen mención a tres situaciones, 17.6% a dos, y 3.9% a una. Por lo que sólo un tercio de los alumnos (37.2%) hacen mención a alguna situación que tuvo influencias sobre el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Las situaciones sociales que más mencionan los alumnos son la II Guerra Mundial, la Revolución Industrial, la Inquisición, la Carrera Espacial y llegada a la Luna.

Con menor frecuencia, aunque no se le preguntaba, hacen mención a figuras relevantes de la ciencia (una, dos o tres con parecidos porcentajes) es decir un 13.8% hacen mención a figuras que destacaron por su iniciativa personal en este campo.

Si realizamos un análisis y clasificación de conceptos en las respuestas que dan los alumnos, encontramos las siguientes frecuencias relativas en % (N=51):

<b>Grupos de clasificación</b>	<b>%</b>
Ambiente social (democracia, dictadura, inquisición, crítica social ...)	7.8
Cultura (teorías, descubrimientos en... )	25.5
Ambiente económico (dinero, comercio, industria, desarrollo...)	25.5
Gobierno, política, subvenciones	5.9
Guerra y conflictos	19.6
Personajes importantes en la historia	11.8
Productos industriales o ventajas sociales	41.2
Solución de problemas o necesidades	13.7
No sabe o no contesta	23.5

## **Comentario I-7.2**

Los alumnos a veces se refieren a situaciones sociales, periodos amplios o sucesos que por su especial relevancia tienen un nombre específico en la historia de la humanidad y una especial incidencia en el desarrollo y evolución de la ciencia y la tecnología. En otros casos la concreción de una situación no tiene un nombre específico o está englobada en una situación mucho más genérica. De este modo los alumnos hacen mención a: Un producto (41.2%) e indican la situación social que las produjo (p.e. tren → necesidad de transporte y comunicaciones), situaciones económicas 25.5% (p.e. revolución industrial, explotación del petróleo, etc.), situaciones políticas, culturales o religiosas 7.8% (p.e. Inquisición, Ilustración, dictaduras, democracias), situaciones bélicas 19.6% (p.e. I y II Guerra Mundial) y descubrimientos asociados en algunos casos al nombre de la persona que los llevó a cabo (Einstein y el desarrollo de la teoría de la relatividad, Darwin y la evolución, Servet y la circulación de la sangre).

Es decir, un porcentaje importante de alumnos no son conocedores de situaciones sociales en la historia de la humanidad que influyeron en algún sentido en el desarrollo y evolución de la ciencia y la tecnología.

**Cuestión I-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.

## **Respuesta I-8**

Las frecuencias relativas en % (N=51) de las contestaciones es la siguiente:

- Encuestados que no saben o no contestan: 29.4%
- Encuestados que sólo mencionan aspectos positivos: 31.4%
- Encuestados que sólo mencionan aspectos negativos: 11.8%
- Encuestados que mencionan algún aspecto positivo y negativo: 27.5%

Las frecuencias relativas de cada categoría en % han sido las siguientes:

<b>Aspectos considerados</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Inconvenientes</b>
Contaminación ambiental, agotamiento recursos		15.7
Comunicaciones	0.0	
Cultura, conocimientos, estudios	2.0	
Deshumanización		7.8
Desarrollo, mejoras	17.6	
Guerra, armas, conflictos		11.8
Intereses		2.0
Nivel, calidad de vida	47.1	
Salud, medicina y medicamentos	3.9	
Uso, ética en el uso		7.8

### **Comentario I-8**

Podemos observar el elevado número de alumnos que no saben o no contestan (29'4%), sólo un 27'5% de los encuestados sopesa las ventajas e inconvenientes de la ciencia y la tecnología.

El aspecto positivo más importante que se menciona es el nivel y calidad de vida (47.1%), seguido de desarrollo y mejora de artefactos 11.5%, salud, medicina y medicamentos con un 3.9%, y cultura y conocimientos con un 2%.

Los aspectos más negativos son la contaminación ambiental y agotamiento de recursos (15.7%), la guerra, los conflictos y las armas (11.8%), la deshumanización o el desplazamiento del hombre por la máquina (7.8%) y el uso ético de la ciencia y la tecnología (7.8%). Se consideran negativos los intereses con un 2.0%, lo que indica una visión neutral o desinteresada de la ciencia y la tecnología.

### **Tabla de contingencias I-8**

En la tabla adjunta se muestra la matriz diagonal de contingencias entre cada una de las categorías en frecuencia relativa en %.

	Comunicaciones	Cultura	Deshumanización	Desarrollo	Guerra	Intereses	Nivel vida	Salud	Uso, ética uso
Contaminación	0.0	0.0	2.0	0.0	2.0	2.0	15.6	3.9	0.0
Comunicaciones		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cultura			0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Deshumanización				0.0	0.0	0.0	3.9	2.0	0.0
Desarrollo					5.9	0.0	3.9	0.0	2.0
Guerra						0.0	7.8	0.0	0.0
Intereses							0.0	0.0	2.0
Nivel vida								3.9	3.9
Salud									0.0

Se observa que las mayores relaciones establecidas son entre el aspecto positivo “nivel y calidad“ de vida con los aspectos negativos: “contaminación“ (15.6%) y “guerra“ (7.8%). Otra relación importante establecida es entre los aspectos positivos “desarrollo“ y el negativo “guerra“ (5.9%).

**Cuestión I-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.

### Resultados I-9

La frecuencia relativa en % (N=51) de las contestaciones y las categorías de clasificación, considerando las respuestas negativas condicionales como afirmativas si se cumpliera la condición (p.e.: no, porque no soy una persona importante), han sido:

Respuestas base	%
Sí	11.7
No	56.8
No sabe/no contesta	31.3
<b>Razones, afirmativas o condicionales</b>	
Titulado o ingeniero	15.6
Consumidor	2.0
Desarrollo (artefactos, métodos, etc.)	11.7
Dinero o medios	7.8
Estudios	5.9
Persona importante o con influencia	3.9
Impuestos	0.0
Participando en organizaciones sociales	0.0
Ejerciendo como profesional	3.9
<b>Otras razones del “no”</b>	
No se dan	13.7
No me gusta estudiar	2.0
No soy genio o superdotado	3.9
Todo está inventado	2.0
Desilusión o despreocupación	5.9
Total	27.5

### Comentario I-9

Los alumnos que piensan que no tienen influencias son mayoría (56.8%), que sumados a los que no saben o no contestan (31.3%), hacen un computo total del 88.1%. Ahora bien, de los alumnos que opinan que “no tienen” influencias hay un 29.3% que esgrimen alguna condición que cumplida creen que podrían tener alguna influencia. Sólo un 11.7% opina afirmativamente que puede tener alguna influencia esgrimiendo alguna razón. Se concluye que un 41% de los alumnos dan alguna razón (afirmativa o condicional) para tener alguna influencia sobre el desarrollo de la ciencia y la tecnología.

Las razones dadas, por orden de frecuencia, son las siguientes: La obtención del título de licenciado o ingeniero y ejerciendo como profesional (15.6%), el desarrollo, invento o mejora de artefactos, métodos, etc. (11.7%), teniendo dinero o medios (7.8%), los estudios realizados (5.9%), el ejercicio profesional (3.9%), persona importante o con influencia (3.9%) y, por último, como consumidor (2.0%).

Algunos alumnos arguyen para el “no” ideas deformadas sobre los científicos, p.e. “no soy un genio o superdotado” 3.9%, o dan una idea de desilusión frente a los estudios (2.0%) o la ciencia y la tecnología (“esta todo inventado o descubierto”, 2.0%), o despreocupación 5.9%.

Los porcentajes de cada una de las categorías en los grupos de los “noes” y los “sies” es la que se muestra a continuación:

	Titulación	Consumidor	Desarrollando	Dinero	Estudios	Persona influyente	Impuestos	Participando socialidad	Profesional
<b>Sí (totales)</b>	3.9	2.0	9.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>No (totales)</b>	11.7	0.0	2.0	7.8	5.9	3.9	0.0	0.0	3.9

Las razones más importantes que los encuestados argumentan para indicar que “sí” pueden tener alguna influencia son: El desarrollo, invento o mejora artefactos o métodos (9.8%), la obtención de una titulación (3.9%) y como consumidor (2.0%). Entre los que opinan que no tienen influencias, pero dan alguna razón condicional, estas son las siguientes: No tienen titulación adecuada (11.7%); no tienen dinero o medios (7.8%); sus estudios no son suficientes (5.9%), no son personas influyentes (3.9%), no ejercen como profesionales (3.9%) o no desarrollan o descubren cosas (2.0%).

### Tabla de contingencias I-9

En la tabla adjunta se muestra la matriz diagonal de contingencias entre cada una de las categorías de las razones en frecuencia relativa en %.

	Titulación	Consumidor	Desarrollando	Dinero	Estudios	Persona influyente	Impuestos	Participando sociedad
Consumidor	0.0							
Desarrollando	<b>5.9</b>	0.0						
Dinero, medios	0.0	0.0	0.0					
Estudios	0.0	0.0	0.0	<b>3.9</b>				
Persona influencia	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Impuestos	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
Participando sociedad	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Profesional	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

La mayor relación existente entre las razones dadas en las contestaciones es entre tener título o estudios de licenciado o ingeniero y desarrollar algún aspecto relacionado con la ciencia y la tecnología en su actividad profesional (5.9%), seguida de estudios y tener dinero (3.9%), es decir, en ambos casos, se relacionan los estudios con el desarrollo de una profesión.



#### 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 comunicación y 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 48 alumnos, pertenecientes a los ciclos superiores de Formación Profesional del antiguo y nuevo sistema, constituido por siete preguntas, cuyos estadísticos descriptivos y resultados son los que se muestran a continuación.

**Cuestiones II-1/5.** Las cuestiones II-1 a II-5 son las siguientes:

- 1- ¿Lees artículos en revistas de divulgación científica?
- 2- ¿Ves algún programa científico en televisión?
- 3- ¿Lees libros de divulgación científica?
- 4- ¿Lees libros de ciencia-ficción?
- 5- ¿Ves películas de ciencia- ficción?

#### **Resultados II-1/5**

Los resultados en frecuencia relativa en % (N=48) para cada una de las respuestas de escala de valoración son los que se muestran en la tabla:

	Mucho	Bastante	Poco	Nada	NS/NC
Lectura artículos sobre Ciencia	2.1	16.7	37.5	43.8	
Visionado de programas científicos en TV	2.1	16.7	47.9	33.3	
Lectura de libros de Ciencia	2.1	8.3	10.4	77.1	2.1
Lectura de Libros de ciencia- ficción	8.3	10.4	31.3	50.0	
Visionado de Películas ciencia- ficción.	31.3	31.3	22.9	14.6	
Coincidencia Imagen con la que se da en clase	4.2	10.4	39.6	45.8	

## Comentarios de II-1 a II-5

### Comentario a II-1: ¿Lees artículos en revistas de divulgación científica?

Los alumnos indican que sus lecturas de artículos científicos en revistas son pocas (37.5%) o ninguna (43'8%), bastantes un 16.7%, y muchos un 2.1%. Las revistas más leídas y su frecuencia relativa en % son las que se muestran a continuación:

Revistas	%
Muy Interesante	25.0
Quo	22.9
“National Geographic”	4.2
Newton	8.3
CNR	8.3
NS/NC	54.2

Otras revistas mencionadas (2.0%): Geo, “Nature” e Investigación y Ciencia.

En ciertas respuestas puede existir cierto sentido del humor o ironía, como puede ser mencionar “Mas Allá” (2%), aunque puede suceder que se confunda el espiritismo con lo científico.

### Comentario a II-2: ¿Ves algún programa científico en televisión?

La visión de programas científicos son pocos (47%) o ninguno (33.3%). La frecuencia relativa en % de programas de televisión mencionados en la cuestión 2 por los alumnos son las siguientes:

Programas de TV	%
Documentales de la 2, etc.	43.8
“National Geographic”	2.1
La otra realidad	8.3
Más allá del límite	8.3
Expediente X	4.2
NS/NC	41.7

Los programas más mencionados son documentales sin especificar, especialmente en la cadena 2 de TVE.

En ciertas respuestas puede existir cierto sentido del humor o ironía, como puede ser mencionar: “Más allá del límite”, “Expediente X”, o “La otra realidad”, aunque puede suceder que se confunda el espiritismo o lo esotérico con lo científico.

### **Comentario a II-3: ¿Lees libros de divulgación científica?**

La lectura de libros de divulgación científica es poca (10.4%) o nada (77.1%), bastante 8.3% y mucha 2.3%. En general no se indican títulos de libros.

### **Comentario a II-4: ¿Lees libros de ciencia-ficción?**

La lectura de libros de ciencia- ficción es poca (50%) o ninguna (31.3%), bastante 10.4% y mucha 8.3%.

### **Comentario a II-5: ¿Ves películas de ciencia- ficción?**

Este es uno de los medios de ocio más utilizado por los alumnos. Ven muchas películas el 34.3% de los alumnos, bastante el 35.7% y poco el 24.3%.

Las respuestas a las cinco primeras cuestiones nos hace ver que el medio de transmisión cultural más utilizado por los alumnos, con relación a la ciencia, son por orden de importancia: revistas, televisión, y libros. Las películas de ciencia- ficción ocupan un lugar prominente en la esfera del ocio, lo cual puede ser una fuente de actitudes positivas hacia la ciencia pero también de concepciones erróneas.

**Cuestión II-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?**

### **Comentario a II-6:**

La mayoría de los alumnos señalan que poco (39.6%) o nada (45.8%), bastante un 10.4%, y mucho un 4.2%. 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”.

**Comentario a II-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 descriptivos estadísticos obtenidos, para la lista cerrada de opciones que se dieron, son los siguientes:

<b>Factores de origen</b>	<b>Media</b>	<b><math>\sigma</math></b>
A los profesores de ciencias	5.7	3.4
Algún familiar	3.2	2.8
Profesores de otras asignaturas	0.9	2.5
A tus amigos	3.2	2.9
A los programas científicos de TV	5.3	3.2
A las revistas y libros de divulgación científica	4.8	3.4
A la ciencia-ficción (novelas, películas, etc.)	4.6	3.1

**Comentario a II-7:**

Los alumnos señalan como fuente de sus concepciones, en primer lugar, a los profesores de ciencias (5.7), en segundo lugar los programas de divulgación científica de televisión (5.3), después las revistas y libros de divulgación científica (4.8), seguido de las novelas y películas de ciencia- ficción (4.6). Le siguen en orden de importancia sobre el origen de las ideas a los familiares ( 3.2), los amigos (3.2) y los profesores de otras asignaturas (0.9).

Siendo el origen de las concepciones de los alumnos sobre ciencia, tecnología y sociedad multifactorial, la conclusión es que los alumnos reciben sus concepciones sobre ciencia, según ellos mismos señalan, principalmente de los profesores y de los medios de divulgación social, entre los que destacan la televisión, pero comparando las medias no valoran suficientemente a los profesores como origen de sus concepciones sobre ciencia, especialmente los de otras asignaturas.

#### 4.5. CUESTIONARIOS SOBRE MOTIVACIONES E INTERESES DE LOS ALUMNOS

Los cuestionarios sobre intereses y actitudes (cuestionarios III) fueron contestados por un total de 87 alumnos del grupo de control, pertenecientes a los ciclos superiores de Formación Profesional del antiguo y nuevo sistema. Los alumnos son de diversas procedencias (formación profesional, bachillerato, mundo profesional, etc.) y están mezclados en distintas proporciones.

A continuación pasamos a exponer y comentar los resultados y estadísticos descriptivos obtenidos con los cuestionarios a cada una de las preguntas planteadas, junto con los descriptivos estadísticos de los resultados obtenidos, la tabla de contingencias cuando proceda, y deducir las consecuencias, según nuestro criterio, que se pueden extraer de los mismos.

**Cuestión III-1:** Valora (de 0 a 10) si la enseñanza recibida hasta la actualidad ha despertado tu interés por la ciencia, la tecnología y sus aplicaciones. \_\_\_

##### Resultados III-1

Los estadísticos descriptivos de la distribución obtenidas son los que se muestran en la tabla (N=87).

Media	$\sigma$
5.7	2.5

##### Comentario a III-1

Los alumnos valoran con una media de 5.7 el interés que la educación recibida ha despertado por la ciencia, la tecnología y sus aplicaciones. La moda, o valor más frecuente es 6. La mediana de las valoraciones, o valor central del 50%, es 6.

La distribución de los valores por intervalos y su frecuencia en % es (N=87):

Intervalo	$0 \leq x < 5$	$5 \leq x < 6.5$	$6.5 \leq x < 8.5$	$8.5 \leq x \leq 10$
%	21.79	33.96	35.85	8.49

Observamos que el mayor número de casos se encuentra distribuido por debajo de 6'5 , es decir, la mayoría de los estudiantes suspenden o simplemente aprueban las enseñanzas recibidas. Considerando su valoración media (5'7), indican que las enseñanzas recibidas hasta la actualidad han despertado en ellos la motivación hacia el estudio y aprendizaje de las ciencias y las tecnologías asociadas, pero existe un porcentaje significativo de los mismos en el que ese interés no ha sido despertado (21.79%), o lo ha sido de un modo bajo (55'75%).

**Cuestión III-2:** Señala qué motivos son más importantes, de los que se indican a continuación, para realizar y tener interés en los estudios:

- Encontrar trabajo.
- Valoración social del título.
- Al acabar tendré trabajo.
- Saber más.
- Saber hacer.
- Formarme como ciudadano.

### Resultados III-2

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para cada uno de las motivaciones señaladas, en frecuencia relativa en % (N=87):

Caso	%
Saber más	60.9
Saber hacer	49.4
Formarme como ciudadano	13.8
Encontrar trabajo	83.9
Valoración social título	29.9
Tener trabajo al acabar	28.7

### Comentario a III-2

Los alumnos señalan como principal motivación para realizar los estudios en primer lugar “encontrar trabajo” (83.9%), seguida de “saber más” (60.9%), “saber hacer” (49.4%) y valoración social del título (29.9%). El 28.7% de ellos señalan que al acabar los estudios tendrán algún tipo de trabajo. Es decir, la principal motivación para

realizar los estudios es de tipo extrínseco (encontrar trabajo), después motivaciones intrínsecas (saber más y saber hacer), seguido de otras motivaciones de tipo extrínseco (valoración social del título, tener trabajo al acabar), y el último lugar lo ocupa la motivación intrínseca/extrínseca formarse como ciudadano.

### Tabla de contingencias III-2

En la tabla adjunta se muestra la matriz diagonal de contingencias entre cada una de las categorías de motivación en frecuencia relativa en %.

	Saber más	Saber hacer	Formarme	Encontrar trabajo	Valoración Social Título
Saber hacer	36.8				
Formarme como ciudadano	9.2	4.6			
Encontrar trabajo	54.0	42.5	12.6		
Valoración social título	21.8	17.2	3.4	25.3	
Tener trabajo	18.4	17.2	2.3	24.1	12.6

Se observa que la mayor relación de intereses y motivos se encuentra entre la motivación extrínseca “encontrar trabajo” con las motivaciones intrínsecas “saber más” 54.0%; con “saber hacer” 42.5%. La siguiente relación en importancia es entre las motivaciones intrínsecas “saber más” y “saber hacer” con un (36.8%). Otra relación importante es entre las motivaciones extrínsecas “encontrar trabajo” con “valoración social del título” (25.3%), y “encontrar trabajo” con “al acabar tendré trabajo” (24.1%).

Observamos que una de las principales motivaciones de los alumnos es su inserción laboral al finalizar los estudios, que constituye uno de los ejes vertebradores del resto de las motivaciones, entre las cuales, y con mayor peso se encuentra el “saber más”. También se puede confirmar cómo los alumnos con un alto impulso cognitivo “saber más” tienen también la más alta correlación con “saber hacer”, con “formarse” y con “encontrar trabajo”, lo que confirma que una de las tareas importantes, desde el punto de vista educativo, es modificar las motivaciones extrínsecas de los estudiantes

hacia aquellas que son de carácter intrínseco e implican motivación al logro. Además la motivación extrínseca “encontrar trabajo” juega un papel importante en esta etapa educativa.

**Cuestión III-3.** Señala los factores que aumentan o pueden aumentar tu interés hacia el estudio de electricidad y sus aplicaciones.

**Resultados III-3**

Los resultados obtenidos para cada uno de los factores clasificados son los que se muestra en la tabla adjunta, con frecuencia relativa en % (N=87).

<b>Factores más considerados</b>	<b>Frecuencia %</b>
Obtener el título	4.6
Obtener trabajo	9.2
Prácticas en empresas	3.4
Mejores prácticas	12.6
Más prácticas	21.8
Más materiales	16.1
Mejores materiales	6.9
Ambiente de clase	5.7
Conexión realidad	13.8
Metodología profesores	24.1
Nuevas tecnologías	9.2
Buen profesional, saber	2.3
Libros	0.0
Más asignaturas especialidad	4.6
Visitas a fábricas e industria	16.1
Mejor enseñanza	8.0
Dinero	4.6
NS/NC	23.0

**Comentario a III-3**



Los alumnos señalan como principal factor que puede producir interés la metodología de los profesores (24.1%), en segundo lugar realizar visitas a fábricas (16.5%), en tercer lugar tener más prácticas (21.8%) o mejores prácticas (12.6%), con relación a las cuales desearían poseer más materiales (16.1%), señalando “mejores materiales” el (6.9%), utilizar nuevas tecnologías (12.6%), tener “mejores prácticas” (12.6%).

Siguen en orden de importancia obtener trabajo (9.2%), nuevas tecnologías (9.2%), mejor enseñanza (8.0%), mejor ambiente en clase (5.7%), y con menores tasas (del 2 al 4%) obtener el título, ganar dinero, ser buen profesional, realizar prácticas en empresas, y libros.

A continuación pasamos a analizar la tabla de correlaciones de estos factores, considerando aquellos que tienen una frecuencia relativa superior a 5%.

**Tabla de contingencias III-3**

	Obtener trabajo	Mejores prácticas	Más prácticas	Más materiales	Mejores materiales	Ambiente de clase	Conexión realidad	Metodología profesores	Nuevas tecnologías	Visitas a fábricas y otros
Mejores prácticas	1.1									
Más prácticas	3.4	1.1								
Más materiales	1.1	0.0	6.9							
Mejores materiales	0.0	0.0	1.1	1.1						
Ambiente de clase	1.1	0.0	2.3	1.1	0.0					
Conexión realidad	3.4	2.3	2.3	0.0	1.1	1.1				
Metodología profesores	2.3	1.1	4.6	8.0	1.1	2.3	3.4			
Nuevas tecnologías	1.1	0.0	1.1	1.1	3.4	0.0	3.4	3.4		
Visitas a fábricas e industrias	0.0	0.0	6.9	2.3	3.4	2.3	1.1	2.3	2.3	
Mejor enseñanza	1.1	1.1	4.6	1.1	0.0	1.1	1.1	3.4	1.1	0.0

Las mayores relaciones establecidas son entre “más materiales” con: “más prácticas” (6.9%) y “metodología profesores” (8.0%). A continuación “metodología profesores” con: “más prácticas” (4.6%) y “más materiales” (8.0%). Por último “más prácticas” con: “Más materiales” (6.9%), “metodología profesores” (4.6%), “visitas a fábricas e industrias” (6.9%), “mejor enseñanza” (4.6%).

Con relación a las subhipótesis emitidas enlazadas con la segunda parte de la primera hipótesis, se confirma que uno de los elementos de interés señalados por un grupo significativo de alumnos se relaciona con los materiales y las prácticas. Otros elementos que pueden aumentar su interés por los estudios que realizan son la metodología de los profesores y las visitas a fábricas.

**Cuestión III-4:** Valora (de 0 a 10), de los factores que se indican, los que crees más importantes para que los estudios que realizas sean más interesantes.

#### **Resultados III-4**

Los descriptivos estadísticos obtenidos para cada uno de los factores son los que se muestran en la tabla adjunta (N=87).

	Media	$\sigma$
Metodología del profesor	7.5	2.9
Hacer problemas	5.8	2.6
Hacer prácticas	8.3	2.4
Conexión teoría- prácticas	7.7	2.7
Materiales de prácticas	8.2	2.6
Conexión teoría- realidad	7.3	2.8
Tratar relaciones CTS	5.3	2.7
Realizar visitas a fábricas e industrias	6.6	2.8
El modo de evaluar	6.5	2.8
Los libros utilizados	5.3	2.7
Hacer prácticas en empresas	7.4	3.0
La actitud de los compañeros	7.6	2.6

### Comentario a III-4

Vemos que atendiendo a la media el factor más importante en la enseñanza, según valoración de los alumnos es “hacer prácticas” (8.3), seguido de “materiales de prácticas” (8.2), cuyo comentario se hizo en la cuestión III-3, después la conexión teoría- prácticas” (7.7), la “metodología del profesor” (7.7), la “actitud de los compañeros” (7.6), “hacer prácticas en empresas” (7.4%). La “conexión de la teoría con la realidad” alcanza un valor de 7.3.

Los siguientes factores en importancia lo constituyen “realizar visitas a fábricas” (6.6), el “modo de evaluar” (6.5), “hacer problemas” (5.8), los “libros” (5.3) y en último lugar “tratar relaciones CTS” (5.3%).

Se confirma, junto con los resultados de la cuestión III-3, las subhipótesis relacionadas con los materiales y prácticas como elementos dominantes en las intereses de los alumnos.

**Cuestión III-5:** Expresa qué aspectos contribuyen o pueden contribuir a crear una actitud desfavorable o de desinterés hacia los estudios que realizas.

### Resultados III-5

Los resultados obtenidos para cada una de las categorías de clasificación es la que se muestra en la tabla adjunta, valores expresados en frecuencia relativa en % (N=87).

Factor	%	Factor	%
Evaluación	9.2	Contenidos no especialidad	3.4
Metodología	16.1	Contenidos excesivos	0.0
Profesores	55.2	Contenidos incomprensibles	1.1
Compañeros	11.5	Contenidos poco útiles	2.3
Instalaciones	0.0	Conexión realidad	5.7
Material no actualizado	6.9	Conexión teoría- prácticas	1.1
Material insuficiente	17.2	Estado, situación personal	2.3
Prácticas sin interés	1.1	NS/NC	12.6
Prácticas insuficientes	10.3		

### **Comentario a III-5**

Los aspectos que más contribuyen a criterio de los alumnos a crear una actitud desfavorable hacia los estudios son en primer lugar los profesores (55.2%), sobre los cuales indican diferentes aspectos que serán tratados más adelante. Hay que considerar que el profesor es un factor controvertido debido a los diferentes papeles que asume en el aula- clase: director y coordinador de las actividades, estructurador de contenidos, regulador o controlador de comportamientos y actitudes, el que exige y evalúa conocimientos teóricos y prácticos, actuando de selector, etc. El segundo factor son los materiales insuficientes (17.2%), factor importante en todos los cuestionarios realizados. El tercero la metodología del profesor (16.1%), el cuarto lugar los compañeros (11.5%). El quinto factor son las prácticas insuficientes (10.3%), en sexto lugar la evaluación (9.2%), en séptimo lugar los materiales no actualizados (6.9%), en octavo lugar la conexión con la realidad (5.7%) y en noveno lugar los contenidos que los alumnos consideran que no son de la especialidad (3.4%). Existen otros factores cuya frecuencia es muy baja 2.1%, como falta de ejemplos prácticos, instalaciones, estudiar y trabajar, contenidos excesivos, estructura contenidos, estudiar y suspender, falta de mujeres en la especialidad, etc.

### **Tabla de contingencias III-5**

Debido a la cantidad de categorías y los distintos aspectos que tratan consideraremos aquellas que tienen una frecuencia relativa superior al 9 ó 10%. En la tabla adjunta se muestra la matriz diagonal de contingencias entre cada una de las categorías en frecuencia relativa en %, así como de cada una de las categorías consideradas:

	Evaluación	Metodología	Profesores	Compañeros	Material insuficiente	Prácticas insuficientes
Metodología	0.0					
Profesores	5.8	4.6				
Compañeros	1.1	2.3	9.2			
Material insuficiente	0.0	4.6	10.3	3.4		
Prácticas insuficientes	1.1	2.3	3.4	0.0	3.4	
Conexión con la realidad	1.1	1.1	2.2	0.0	0.0	1.1

Se observa que uno de los factores con más grandes relaciones es “materiales” con: “profesores” (10.3%), metodología del profesor (4.6%), compañeros (3.4%) y “prácticas insuficientes” (3.4%). El segundo factor con grandes relaciones es “profesores” con: “evaluación” (5.8%), “metodología” (4.6%), “compañeros” (9.2%), “materiales” (10.3%) y con “prácticas insuficientes” (3.4%). El tercer factor en importancia es “metodología” que se relaciona con: “profesores” (4.6%), “compañeros” (2.3%), “materiales” (4.6%), y con “prácticas insuficientes” (2.3%).

Se confirma nuestra subhipótesis con relación a la importancia que un grupo significativo de alumnos da a los materiales, y la relación que poseen sobre otros factores.

### **Cuestiones III-6 a y b.**

**Cuestión III-6.a:** En las prácticas que realizas en el taller indica, según tu criterio, a qué tipo se ajustan más: \_\_\_\_

- a. Son relativamente claras, hay que realizar los montajes.
- b. Hay que realizar alguna consulta y se realiza el montaje.

- c. Sobre la base de lo que sabemos hay que realizar un análisis y un diseño individual o en grupo, y posteriormente se realiza el montaje.

**Cuestión III-6.b:** De las clases de prácticas indicadas anteriormente, indica cuál sería el tipo que tú considerarías ideal y que más te gustaría realizar (a, b, c): \_\_\_\_

**Resultados III-6 a y b**

Los resultados obtenidos para ambas cuestiones, en frecuencia relativa en %, son las que se muestran en la tabla adjunta (N=87).

<b>Tipo de actividad experimental o práctica</b>	<b>Realizada</b>	<b>Preferida</b>
A. Relativamente claras, hay que realizar montajes	15.8	22.4
B. Hay que realizar alguna consulta y se realiza el montaje	39.5	9.2
C. Sobre la base de lo que sabemos hay que realizar un análisis y un diseño individual o en grupo, y posteriormente se realiza el montaje.	27.6	56.6
NS/NC	17.1	11.8

**Comentario a III-6 a y b**

Los alumnos señalan que el tipo de prácticas que realizan son principalmente del tipo (B), es decir, de tipo semiproblemático (39.5%), en menores proporciones del tipo (C), o montajes problemáticos (27.6%), y en tercer lugar del tipo (A) o muy dirigidos (15.8%). Los alumnos se inclinan en sus preferencias mayoritariamente por las prácticas de tipo problemático en un 56.6%, por las dirigidas o de estructura no problemática en un 22.4%, y en menor proporción por las semiproblemáticas en un 9.2%. Produciéndose una ligera polarización entre las prácticas de tipo A y C.

Existe un aumento porcentual entre lo que los alumnos realizan y lo que prefieren con relación a las prácticas problemáticas y las dirigidas, en las semiproblemáticas decrece.

De este modo se induce que aproximadamente más de la mitad de los alumnos valoran la metodología científica como medio de resolver problemas (prácticas problemáticas), un quinto prefiere que dichas actividades sean totalmente dirigidas y un décimo se inclina por las semidirigidas. Es decir, existe una proporción significativa de alumnos (31.6%) que no valoran la metodología científica como medio de resolución de problemas.

### Tabla de contingencia III.6-a y b

Vamos a tratar de analizar las tendencias que existen entre la idea de prácticas realizadas y preferidas, así como la tendencia inversa.

A continuación mostramos las tendencias entre el tipo de prácticas realizadas y el tipo de prácticas preferidas, en frecuencia relativa en % del tipo de prácticas realizadas.

		Tipo de práctica realizada		
		A	B	C
Tipo práctica preferida	A	16.6	16.6	42.9
	B	8.3	13.3	4.7
	C	66.6	70.1	52.4
Total		91.5	100	100

En los totales se observa como los alumnos que contestan NS/NC en el tipo de práctica preferida pertenecen a los que señalan que realizan las prácticas de tipo A. Además, casi la mitad de los alumnos que opinan que realizan las prácticas de tipo totalmente dirigidas se inclinan hacia las de tipo problemático, lo cual también sucede con los alumnos que opinan que las prácticas son de tipo semidirigido. Los alumnos que opinan que realizan prácticas problemáticas se dividen en dos grupos con preferencias polarizadas, aquellos que siguen prefiriéndolas (52.4%) y aquellos que pasan a preferir las totalmente dirigidas (42.9%). Se observa como los alumnos que tienen la idea de que

realizan prácticas no problemáticas son los que más prefieren este tipo de prácticas. Los alumnos que tienen la idea de que realizan prácticas problemáticas son los que más coinciden con esa preferencia, es decir, tienen la idea de que realizan procesos de investigación y solución de problemas.

Las tendencias entre el tipo de prácticas preferidas y la idea del tipo de prácticas realizadas, en frecuencia relativa en % del tipo de prácticas preferidas, son:

<b>Tipo práctica preferida</b>	<b>Tipo de práctica realizada</b>			<b>Total</b>
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	
<b>A</b>	11.8	29.4	52.9	94.1
<b>B</b>	14.3	57.1	14.3	85.7
<b>C</b>	18.6	48.8	25.6	93.0

La mitad de los alumnos (52.9%) que prefieren las prácticas de tipo totalmente dirigido opinan que realizan prácticas de tipo problemático, los que las prefieren de tipo semidirigido son los que más coinciden con el tipo de práctica realizada, (57.1%) los que las prefieren de tipo problemático opinan que realizan prácticas semidirigidas en un 48.8%, un cuarto (25.6%) opina que son del tipo preferido, y un quinto (18.6%) que son totalmente dirigidas. Se observa que los alumnos que más prefieren las prácticas que realizan son aquellos que tienen la idea de que son semidirigidas (tipo B). Los alumnos que menos coinciden en su preferencia y su idea del tipo de prácticas que realizan son las de tipo totalmente dirigido. Se deduce que, para que las tendencias entre la idea tipo de prácticas realizadas y preferidas sean máximamente coincidentes las prácticas a realizar deberían ser semidirigidas con procesos de investigación y solución de problemas.

#### **4.6. CONCEPCIONES DE LOS PROFESORES**

Las concepciones de los profesores están relacionadas con el modo en que ellos tratarían en sus contenidos diferentes aspectos de las interacciones entre ciencia, tecnología, sociedad y naturaleza. Para ello se les pasó un cuestionario con la siguiente pregunta:



**Cuestión:** ¿Crees que puede tener algún interés, desde el punto de vista didáctico, para aumentar el interés de los alumnos hacía la asignatura que impartes, el tratamiento de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad?, ¿qué actividades realizarías con relación a ese tema?

**Resultados obtenidos:**

En relación a la primera parte de la pregunta que, se refiere a si realizarían alguna actividad de ese tipo, las contestaciones en frecuencias relativas en % son:

Caso	%
SI	58.1
NO	11.6
NS/NC	30.2

Se observa que existe una mayoría que opina que sí sería interesante realizar actividades que traten las interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad (58.1%).

En general, el NO argumenta falta de tiempo para tratar dichos temas debido a los amplios contenidos que poseen los programas.

En cuanto la frecuencia de cada grupo de actividades propuestas por los encuestados que opinan que sí, han sido:

Grupo	%
NS/NC	18.6
Nuevas tecnologías.	16.3
Prácticas en empresas	2.3
Problemas y soluciones	7.0
Realización de prácticas	7.0
Realización de proyectos.	4.7
Repercusiones en la industria.	9.3
Repercusiones en la naturaleza.	4.7
Repercusiones sociales.	11.6
Repercusiones en la vida diaria.	20.9
Videos.	7.0
Visitas a empresas.	7.0

## Comentario:

El 18.6 de los encuestados no propone (no sabe o no contesta) ninguna actividad, es decir, el 39.5% de los encuestados proponen alguna actividad con relación al tratamiento de las interacciones CTSA y un 60.5% no propone ninguna. Las actividades más propuestas son: repercusiones en la vida diaria (20.3%), utilización de nuevas tecnologías (informática, automatización e Internet) con un 16.3%, tratamiento de repercusiones sociales (11.6%), repercusiones o aplicaciones en la industria (9.3%). Después, con un 7%, le sigue la solución de problemas, realización de prácticas, exposición de videos y visitas a empresas. Con un 4.7% siguen realización de proyectos y repercusiones en la naturaleza . El último lugar lo ocupan las prácticas en empresas (2.3%).

## Tabla de contingencias

La relación entre cada uno de los grupos se muestra en la siguiente matriz diagonal, con frecuencias en %.

	Prácticas en empresas	Problemas y soluciones	Realización de prácticas	Realización de proyectos.	Repercusiones en la industria.	Repercusiones en la naturaleza.	Repercusiones sociales.	Repercusiones en la vida diaria.	Videos.	Visitas a empresas.
Nuevas tecnologías.	0	0	0	0	0	2.3	0	14.0	4.5	0
Prácticas en empresas		0	0	0	0	0	0	0	0	2.3
Problemas y soluciones			2.3	2.3	2.3	2.3	4.5	0	0	0
Realización de prácticas				2.3	2.3	2.3	2.3	0	0	2.3
Realización de proyectos.					2.3	2.3	0	2.3	0	0
Repercusiones en la industria.						2.3	4.5	4.5	0	0
Repercusiones en la naturaleza							0	2.3	0	0
Repercusiones sociales.								4.5	0	0
Repercusiones en la vida diaria									4.5	0
Videos.										2.3
Visitas a empresas.										

Las actividades con más altos índices de relación son en primer lugar “repercusiones en la vida diaria”, se relaciona: Un 14.0% con “nuevas tecnologías”, un 4.5% con “solución de problemas”, “repercusiones en la industria” y “repercusiones en la sociedad”, y un 2.3% con “realización de proyectos” y “repercusiones en la naturaleza”. En segundo lugar “repercusiones sociales”, se relaciona: un 4.5% con “problemas y soluciones” y “repercusiones en la industria”, un 2.3% con “realización de prácticas” y “repercusiones en la naturaleza”. En tercer lugar “repercusiones en la industria”, se relaciona: un 4.5% con “repercusiones en la vida diaria” y “repercusiones sociales”, y un 2.3% con “resolución de problemas”, “realización de prácticas”, “realización de proyectos” y “repercusiones en la naturaleza”.

Se confirma nuestra hipótesis de que los profesores no consideran el tratamiento de las relaciones CTS, sólo un 39’5% de los profesores especifica de qué tipo son o serían, existiendo un porcentaje apreciable que no las considera (11.6%), o no sabe o no contesta (30.2%).

## **CAPITULO 5**

### **FORMULACIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DE LA SEGUNDA HIPÓTESIS**



## **5. FORMULACIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DE LA SEGUNDA HIPÓTESIS**

### **5.1. INTRODUCCIÓN**

En la primera hipótesis de este trabajo de investigación hemos constatado que la imagen de la ciencia transmitida por la enseñanza está parcialmente desconectada de la realidad ya que no muestra sus aplicaciones, no tiene en cuenta aspectos de la relación entre ciencia, tecnología, sociedad y naturaleza, lo que contribuye a que los alumnos adquieran algunos aspectos de esa misma imagen y a que no posean la suficiente motivación e interés.

Además hemos podido comprobar cuáles son los intereses, dentro del complejo sistema motivacional de los alumnos, que ocupan un lugar jerárquico superior para la realización de los estudios de Formación Profesional, al menos para un porcentaje importante de los mismos, y vimos también algunos de los factores que creaban interés, o contribuían, a criterio de los alumnos, a crear actitudes positivas respecto al estudio y aprendizaje de la ciencia y las tecnologías asociadas.

De este modo conocemos algunas de las concepciones que poseen los alumnos sobre las complejas relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente, así como su posible origen. Además hemos explorado cuáles pueden ser algunos de los factores que pueden ser fuentes de motivación para los alumnos. Nos hallamos así en una situación óptima para poder, a través de un adecuado tratamiento didáctico, modificar las concepciones erróneas con relación a la ciencia, la tecnología y la sociedad, y aumentar las motivaciones intrínsecas y al logro de los alumnos, para incrementar su interés y mejorar las actitudes hacia el estudio y aprendizaje de las ciencias físico-químicas y las tecnologías asociadas.

## 5.2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACION DE LA SEGUNDA HIPOTESIS

Con relación a la pregunta que nos hacíamos inicialmente ¿es posible, con un tratamiento adecuado de las interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad, mejorar las motivaciones e interés por el estudio y aprendizaje de la ciencia experimental (electromagnetismo) y las tecnologías asociadas (electrotécnicas) y modificar aquellas concepciones que sean erróneas?, ¿cómo diseñar actividades con un adecuado tratamiento de las relaciones CTS?

Nuestra segunda hipótesis es la siguiente: **Es posible un tratamiento didáctico de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente que, teniendo en cuenta las ideas alternativas de los alumnos, aumente su interés y mejore sus actitudes hacia el estudio y aprendizaje de las ciencias experimentales (electromagnetismo) y las tecnologías asociadas (electrotécnicas), y proporcione una imagen más contextualizada y menos distorsionada de las mismas.**

## 5.3. FUNDAMENTACION DE LA SEGUNDA HIPÓTESIS

Para fundamentar la hipótesis plantearemos en primer lugar los principios del modelo de enseñanza-aprendizaje que adoptamos, el modelo constructivista, que se tendrá en cuenta para la introducción de las actividades CTS. En segundo lugar exponemos los diversos temas que pueden tratarse con las actividades CTS y los aspectos didácticos con relación a la enseñanza de las ciencias y las tecnologías asociadas. También expondremos opiniones y experiencias que justifican la introducción de las actividades CTS en los programas, y diversas modalidades de estos, así como resultados de investigaciones que introdujeron en sus programas habituales actividades CTS. Finalmente, en base a lo anterior, expondremos algunos criterios didácticos y metodológicos para el diseño de actividades CTS, que justifican y pueden servir como guía para diseñar y llevar a cabo dichas actividades, exponiendo algunos ejemplos de las mismas.

### **5.3.1. Las actividades CTS y el constructivismo.**

Ya comentábamos en la fundamentación de la primera hipótesis que existen diversas metodologías didácticas, y que la investigación en diversos campos de la didáctica y el aprendizaje dieron como resultado la emergencia del modelo constructivista, en el que se integran las investigaciones sobre las ideas previas de los alumnos (Viennot 1976), las teorías cognitivas (Piaget 1969), el área de desarrollo próximo (Vygotsky 1934), el aprendizaje significativo (Ausubel et col. 1976) y el cambio conceptual, metodológico y actitudinal (Gil y Carrascosa 1985, Gil 1993). De acuerdo con el constructivismo los alumnos descubren y relacionan los conceptos, procedimientos y actitudes con ideas ya existentes en su mente, modificando, construyendo y fijando nuevas ideas de forma significativa a través de diversas actividades.

De acuerdo con estas teorías:

- El modo de aprendizaje dependerá de la edad o etapa evolutiva de los estudiantes (Piaget 1969 y 1996).
- El aprendizaje de nuevos conceptos, procedimientos y actitudes depende de las ideas previas del estudiante (Ausubel et col. 1976, Viennot 1976, Driver y Bell 1986).
- El aprendizaje implica la construcción de significados por parte del estudiante, que implica que los nuevos conceptos, procedimientos y actitudes se relacionen con los ya existentes, no por mera presentación sino, también, por participación activa (Vygotsky 1934, Ausubel et col. 1976).
- El aprendizaje de nuevos conceptos, procedimientos y actitudes debe estar en la zona potencial de desarrollo de los alumnos, próxima a la zona de desarrollo de lo que los alumnos ya saben para que se pueda producir un aprendizaje significativo (Vygotsky 1934).
- El aprendizaje implica la construcción de hipótesis y significados a partir de las ideas previas del que aprende, que pueden entrar en contradicción con las ya existentes, en cuyo caso se rechazan o se reconstruye un nuevo conocimiento (Posner et col. 1982).



- El aprendizaje implica la construcción activa de significados, que exige un proceso de atención, relación, diferenciación y reconciliación integradora por parte de los estudiantes (Piaget 1969, Ausubel et col. 1976).

El constructivismo implica, por tanto, un cambio conceptual, procedimental y actitudinal en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Las actividades CTS pueden contribuir a estos cambios de la manera que se expone a continuación, dentro de un marco que de coherencia a su introducción.

#### 5.3.1.A. CONTRIBUCIÓN AL CAMBIO CONCEPTUAL

Para que se produzca un aprendizaje significativo no basta con la transmisión oral de nuevos conceptos sino, también, poner a los alumnos en situación de aplicarlos en diferentes contextos y hacerles reconocer su necesidad para cambiar sus ideas previas y adaptar e integrar los nuevos conocimientos (Driver y Bell 1986). La aplicación de un concepto en diferentes contextos contribuye a que sea inteligible, plausible y fructífero, es decir, que sirva para explicar otros fenómenos (Postner et col. 1982). Las actividades CTS utilizan conceptos previos ya poseídos por los estudiantes o introducidos en los nuevos contenidos en situaciones en que se contextualizan con la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente, relacionando significativamente el concepto con las teorías científicas, la aplicación expuesta y las implicaciones sociales y ambientales de ambas. Además los pone en situación de explicitar sus ideas previas, emitir hipótesis, que pueden entrar en conflicto con los modelos teóricos existentes, o en situación de interpretar fenómenos que cuestionen sus ideas alternativas (Gil 1993, Solbes y Vilches 1992 y 1997, Vilches 1993).

#### 5.3.1.B. CONTRIBUCIÓN AL CAMBIO DE METODOS

Para que se produzca un aprendizaje significativo no basta con el cambio conceptual, es necesario un cambio de procedimientos y métodos. Se refieren a modos de hacer utilizando diferentes medios y a modos de pensar utilizando conceptos (Gil 1993). Las actividades CTS ofrecen un espacio para el cambio metodológico, donde los

alumnos pueden considerar explicaciones alternativas a las personales, emitir hipótesis y contrastarlas con las de los demás y las teorías existentes, ofreciendo situaciones problemáticas de interés para los alumnos en la que se muestra la ciencia y sus aplicaciones, y se evalúa sus implicaciones sociales y ambientales así como sus diseños (Solbes y Vilches 1995). Así mismo, en las actividades CTS se aprende a utilizar diferentes métodos para llevar a cabo las tareas, sirviéndose además de los conceptos introducidos y los que ya saben, especialmente en aquellas que implican trabajos prácticos en los que tienen que realizar diseños experimentales, manejar materiales, buscar información, realizar trabajos de síntesis, etc. (Gil 1993).

#### 5.3.1.A. CONTRIBUCIÓN AL CAMBIO DE ACTITUD

Para que se produzca un aprendizaje significativo no basta con un cambio conceptual y metodológico, es necesario un cambio actitudinal. El cambio actitudinal en los estudiantes significa que los alumnos muestren disposiciones de mayor interés por los procesos de aprendizaje y los medios utilizados en ellos, lo que contribuirá a su socialización y educación. Un cambio actitudinal con relación al aprendizaje de las ciencias y tecnologías asociadas implica que los alumnos muestren una disposición activa, crítica hacia la ciencia y sus tecnologías, que aumente sus actitudes positivas e interés por su estudio y que participen y aprendan a tomar decisiones para hacer de ellos ciudadanos más responsables (Solbes y Vilches 1997 y 2000, Gómez et col. 2000, Prieto y González 1998). Las actividades CTS introducen en los contenidos impartidos situaciones problemáticas en las que se contemplan las relaciones existentes entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente, contextualizado las aportaciones de la ciencia y la tecnología a lo largo de la historia, lo cual mejora el interés y la actitud de los estudiantes y disminuye sus ideas erróneas sobre dichas relaciones (Solbes y Vilches 1992 y 1995, Solbes y Traver 1996 y 2001).

#### 5.3.1.D. EL PROGRAMA DE ACTIVIDADES

La enseñanza de las ciencias físico-químicas y las tecnologías asociadas (electrotécnicas en el caso que nos ocupa) a través del modelo constructivista que

implique el cambio conceptual, procedimental, metodológico y actitudinal, implica que debe realizarse un programa de actividades con los contenidos del curso en las que se incluyan, entre otras, las de relación entre ciencia, tecnología y sociedad (CTS), esas actividades son una serie de tareas presentadas como situaciones problemáticas de interés que siguen un eje vertebrador que da coherencia y unidad al conjunto (Gil 1993).

El programa de actividades incluiría actividades de introducción cuya función es la de conectar los nuevos contenidos con las ideas previas de los alumnos, actividades de desarrollo e introducción de nuevos conceptos, nuevos procedimientos operativos, relaciones cualitativas entre magnitudes y la utilización de los mencionados conceptos a través de diversos métodos: búsqueda de información- análisis- síntesis, resolución de problemas de lápiz y papel, trabajos prácticos de laboratorio, actividades CTS, visitas a fábricas, museos y exposiciones, etc. (Gil 1993). Finalmente el programa de actividades incluiría actividades finales o de recapitulación, en la que se reelaboran los conceptos y procedimientos utilizados en los contenidos, contribuyendo a su diferenciación, adaptación e integración.

La aplicación en aula del programa de actividades se realizará con pequeños grupos de alumnos, a lo sumo cinco, con dos etapas de ejecución. En la primera los componentes del grupo discuten e intercambian información con relación a la actividad planteada, emiten hipótesis y realizan diseños y tareas. En la segunda se realiza una puesta en común, se pide al portavoz de un grupo que exponga sus conclusiones, o que cada grupo exponga las suyas, y es comentada por los demás. En el todo el proceso el profesor clarifica dudas, completa explicaciones o conclusiones.

### **5.3.2. Temas de relación entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente que pueden ser tratados en la enseñanza de las ciencias.**

Desde una perspectiva amplia de las interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad y ambiente, se pueden considerar un conjunto de temas muy variados que pueden contribuir a la enseñanza de las ciencias experimentales y las tecnologías asociadas, intentando aumentar el interés de los alumnos hacia las mismas y formarlos como ciudadanos (Gil 1993, Solbes y Vilches 1997, Gil, Vilches y González 2002). Se

puede realizar una taxonomía de dichos temas en los siguientes grupos que exponemos a continuación, según la influencia de la relación CTS unívoco en la que se haga énfasis:

- a. Influencias de la naturaleza sobre la sociedad, la ciencia y la tecnología. Trata sobre la influencia de la naturaleza sobre la sociedad, es decir, como los cambios provocados por o sobre la naturaleza, influyen sobre las visiones y actitudes sociales, provocando a su vez el progreso, cambios y reorientaciones en el conocimiento, la técnica, la ciencia y la tecnología, cuya consideración puede abarcar períodos amplios de la historia humana, tales como: **Necesidades naturales del hombre** (alimentación, cobijo, abrigo, salud, ocio, etc.). **Agentes naturales y sus consecuencias** (lluvias, vientos, nevadas, frío, calor, etc.). **El agua, ausencia y conflictos, problemas de distribución. Análisis e investigaciones sobre el comportamiento de la naturaleza, etc.** (Ziman 1984, Gil 1994-b, Sanmartín et col. 1992, Dekson 1977, Membiela 2003).
- b. 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 humanidad. Se pueden tratar aspectos tan diversos como razones de elección de problemas, cambios y progresos en paradigmas científicos, y sus influencias sobre la evolución de las tecnologías, que a su vez han influido sobre: **Los modos de producción y las relaciones económicas. Las fuentes energéticas utilizadas y los recursos naturales explotados relacionadas con tecnologías adoptadas en cada momento. La medicina, la higiene y la salud y sus consecuencias sobre el bienestar y crecimiento de la población. El desarrollo industrial, las migraciones y la concentración urbana y sus modos de vida. El armamento, los modos y técnicas de realizar la guerra. Los materiales y técnicas de construcción de edificios. Los medios de comunicación, tanto físicos, en sus diversas clases, como de transmisión de mensajes orales, visuales o codificados, su tecnología y aplicaciones. La**

influencia sobre el hogar y los cambios de vida del hombre y la mujer. Los diversos medios de entretenimiento y las posibilidades de ocio. Las diferencias de riqueza y pobreza, su polaridad geográfica, y las emigraciones a que ha dado lugar. La interacción de las personas en distintos grupos y el control social. El espionaje de lo privado, económico o lo industrial y las patentes. Todo lo cual ha producido cambios políticos, económicos y culturales: filosofía, arte, modos de vida y producción, etc. (Kuhn 1957, Kuhn 1962, Bernal 1967, Habermas 1968, Delkson 1977, Galbraith 1979, Aikenhead 1985, Solbes y Vilches 1992, Trocchio 1997, Rojas 1999, Basalla 1988).

- c. Influencias de la sociedad sobre el desarrollo y evolución de la ciencia y la tecnología. Trata aspectos sociales y económicos (grupos de influencia) que influyen sobre la elección de enigmas (orientación), la investigación científica y financiación, y el desarrollo de prototipos y su aplicación industrial. Así se pueden considerar las influencias gubernamentales, la organización política y económica, la industria, los diversos grupos sociales, la universidad, la defensa militar y la cultura en la que se generan los paradigmas teóricos y filosóficos. Algunos aspectos de estas influencias son: **Ciencia, tecnología y Estado. Consumo de energía y tecnologización. Desarrollo económico, pobreza, guerras y emigraciones. Derechos humanos, desarrollo y democracia, universalización. Seguridad e higiene en el trabajo y evaluación de riesgos. Democracia, privacidad y medios de comunicación. Calidad, seguridad y educación para el consumidor. Calidad y seguridad en instalaciones. Interacciones entre el uso del conocimiento científico y los valores del contexto social. Comportamiento público de un científico y la ciencia pública, problema de la neutralidad de la ciencia. EL contexto social y el desarrollo de la ciencia y la tecnología.** (Basalla 1994 (Galbraith 1983, Delkson 1977, Aikenhead 1985, Jiménez y Otero 1990, Gil et col. 2000, Membiela 2001).
- d. 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. Se pueden tratar aspectos

tan relevantes como: **Utilización de recursos biológicos y materias primas y su procesamiento, con las ventajas y desventajas que conlleva, tanto sociales como para el medio. Densidad de población y su influencia sobre el medio ambiente. El agua, utilización y calidad, sistemas de tratamiento y depuración. Producción de residuos gaseosos, líquidos y sólidos, tratamientos. Clasificación y selección de residuos sólidos, reutilización de residuos (artificiales y orgánicos) para obtención de abonos, energía y materias primas. (George 1972, Delkson 1977, Hodson 1992, Gil et col. 2000).**

- e. **Relaciones entre ciencia y la tecnología. Transformación de las técnicas preteóricas en tecnologías por aplicación del conocimiento y metodología científica. Generación de tecnologías a partir del conocimiento científico de los procesos naturales. Generación de conocimiento científico a partir de investigaciones y desarrollos tecnológicos. Evolución de las tecnologías. Importancia de los grupos o colectivos estructurados (empresas y universidades) en el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Transferencia tecnológica, etc. (Gil 1983 y 1994-b, Solomon 1995, Solbes 1996, Thuillier 1988, Basalla 1988, Galbraith 1967).**

### **5.3.3. Objetivos didácticos que se pueden conseguir con las actividades CTS**

Considerando diferentes etapas educativas, los objetivos de cursos y disciplinas, los diferentes aspectos actitudinales que puede mejorar un adecuado tratamiento de las interacciones entre ciencia, tecnología, sociedad y naturaleza, los objetivos didácticos que se pueden lograr con la introducción de dichas actividades son:

1. **Mostrar las necesidades, problemas y razones que están en la raíz y origen de las investigaciones y aplicaciones científicas e innovaciones tecnológicas, rompiendo los mitos y tópicos sobre la neutralidad de la ciencia y la**

tecnología, sus realizadores y usuarios (Aikenhead 1985, Catalán y Catany 1986, Gil 1993, Solbes y Vilches 1989) .

2. Poner de manifiesto que la ciencia y la tecnología son una obra colectiva, cuyos resultados son el esfuerzo de equipos de investigadores, científicos, ingenieros y técnicos, sirviendo de base a otras investigaciones posteriores. Se evita así dar una visión individualista de la construcción de las mismas, como obra de genios o inventores, desinteresados, neutrales y desapasionados. Al mismo tiempo, sin eliminar una imagen personalizada, considerando investigadores, descubridores, o importantes coordinadores de equipos sin cuya participación no se hubieran abierto nuevas sendas en la ciencia y la tecnología (Aikenhead 1985, Fleming 1989, Gil 1994-a, Solbes 2002).
3. Mostrar el carácter problemático de las investigaciones científicas, el valor de las teorías y de las hipótesis en las investigaciones para realizar descubrimientos y desarrollar aplicaciones. Dar una imagen real de sus métodos, no como una búsqueda de datos de tipo empirista y ateorico a partir de los cuales se inducen consecuencias, o unos procedimientos rígidos que se adaptan a todas las situaciones (Gil 1986 y 1994b, Solbes y Vilches 1992, National Research Council 1996, Furió, Iturbe y Reyes 1994).
4. Considerar las estrechas relaciones entre ciencia y tecnología, sin olvidar 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 precientíficos, posibilitan desarrollos científicos, o como la tecnología no sería posible sin el conocimiento y metodología científica (Galbraith 1967, Sanmartín et col. 1992, Solomon 1993, Gilbert 1995).
5. Poner de manifiesto las profundas relaciones de la ciencia y la tecnología con el entorno social a lo largo de la historia, que pongan en evidencia los problemas solucionados y creados por el uso de las ciencias y tecnologías

asociadas (Mumford 1934, Sanmartín et col. 1992, Solbes y Traver 1996), 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.).
  - Las profundas transformaciones que han introducido la ciencia y la tecnología (teorías, aparatos y sistemas) en el medio social en su corto período de existencia.
  - Influencias que el medio social (grupos, instituciones y situaciones) ha ejercido sobre la selección y evolución científicotecnológica: necesidades, demandas e intereses sociales, políticas sociales, económicas e industriales.
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 (Mumford 1934, Derry y Williams 1960, Medina y Sanmartín 1990, Parejo 1995 y 2000), tales como:
- Explotación, reproducción o 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, efecto invernadero...).
  - Medios y métodos para tratar problemas relacionados con la contaminación y destrucción ambiental (reforestación, depuración de



aguas, recogida de basuras y limpieza ambiental, filtros de emisiones); utilización de energías alternativas (hidroeléctrica, solar, eólica, etc.), filtrado y tratamiento de residuos sólidos, líquidos y gaseosos, etc.

- Superpoblación y los problemas concomitantes: más producción industrial, explotación de tierras y recursos, polarización de pobreza y riqueza, etc.

7. Considerar la evolución de la ciencia y la tecnología, lo cual puede ser útil en diversas dimensiones, tales como: actuando de eje vertebrador en la reconstrucción de los conocimientos científicos y tecnológicos del alumnado, al mostrar como la tecnología no sería posible sin las investigaciones, las teorías, el conocimiento y metodología científica. También permite mostrar la complejidad de la construcción de las teorías científicas, sus medios, controversias, crisis, incluso persecuciones a las que dieron lugar. Mostrar como, a lo largo de la historia, diseños basados en el conocimiento común especializado han influido sobre la ciencia y los diseños tecnológicos, o como el conocimiento común no ha comprendido o se ha opuesto a teorías científicas (Kuhn 1962, Gil 1994-b, Solbes y Traver 1996).
8. Mostrar el papel que la ciencia y la tecnología ha tenido y tiene en el desarrollo económico y social, su diferente localización geográfica, los problemas y ventajas concomitantes: migraciones que ello ha producido, concentraciones urbanas, trabajo y paro, democracias, dictaduras, derechos humanos, diferencias culturales, transferencias tecnológicas, etc. (Acevedo 1995 y 1996, Galbraith 1979 y 1983, Sanmartín et col. 1992, Gil et col. 2000).
9. Contribuir a la formación integral de los alumnos como futuros ciudadanos. Prepararlos para las discusiones constructivas, intercambio, comprensión y respeto por puntos de vista distintos a los personales y para 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 CTS, que como ciudadano responsable tendrá que asumir (Aikenhead 1985, Vilches 1994, Prieto 1995, Solbes y Vilches 1997).

Si bien con las interacciones CTS se trata de mostrar aplicaciones de la ciencia y la tecnología en la realidad para favorecer una mayor comprensión de los contenidos y aprender a tomar decisiones, una situación que se puede dar es la de tratar exclusivamente aspectos negativos, olvidando los positivos de dichas relaciones. Esto puede crear más personas con visiones distorsionadas o que presumen que no se puede solucionar nada (ver la primera hipótesis) que ciudadanos responsables y constructivos (Hlebowitsh y Wraga 1989). En relación con lo anterior se puede señalar la problemática dicotomía que se produce entre los temores y las necesidades en relación a problemas ambientales y el desarrollo económico y social (Galbraith 1979, George 1972). Por el contrario, otra situación que se puede dar si sólo se presentan los aspectos positivos es pensar que la ciencia y la tecnología son la panacea para resolver todos los problemas que se pueden presentar en la vida diaria o en el medio social, cuando tan sólo son medios en manos de los hombres para interaccionar con el ambiente y entre ellos, además de elementos para reflexionar y tomar decisiones (Aikenhead 1985, Fleming 1989, Hodson 1992).

#### **5.3.4. La introducción de actividades CTS en los programas.**

La introducción de actividades en la enseñanza que involucran el tratamiento de las relaciones CTS es una tendencia que tuvo su origen en los años 80 en diferentes países, sobre todo anglosajones (Estados Unidos, Reino Unido, Canadá, etc. ) cuyo fin es dar una aproximación, desde diferentes perspectivas, de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y naturaleza, que integra visiones de diferentes ciencias sociales y cuyos principios didácticos son mostrar a los alumnos aplicaciones de la ciencia y generar la reflexión y la capacidad de tomar decisiones ante situaciones problemáticas, y hacer de ellos unos ciudadanos responsables (Solbes y Vilches 1986 , Caamaño 1995, Marco 1995).

El tratamiento de las relaciones CTS puede contribuir a dar una imagen más correcta de la ciencia (Aikenhead 1987). Es importante a este respecto tratar aspectos cualitativos que permitan conectar el conocimiento científico con la realidad (Aikenhead, Fleming y Ryan 1987). Según Vilches (1994) la aproximación CTS permite a los alumnos conocer la ciencia y sus aplicaciones. Muestra a los alumnos que la ciencia contribuye a satisfacer necesidades y solucionar problemas sociales, lo que contribuye a que los alumnos desarrollen actitudes más positivas hacia la ciencia y su estudio que los alumnos que han recibido una enseñanza convencional (Solbes y Vilches 1997, Solbes y Traver 2000).

Según Solomon (1995) existen diferentes perspectivas en el tratamiento CTS, lo que ha conducido a controversias enriquecedoras que han ido articulando diferentes programas, según los aspectos sobre los que se resalte, pudiendo ser ampliados por la perspectiva histórica (Bybee 1987, Hodson 1988, Solbes y Vilches 1997 y 2000, Solbes y Traver 1996 y 2001), por sus aplicaciones sociales e implicaciones ambientales (Bybee et col. 1980, Solomon 1983, Vilches 1993, Solbes y Vilches 2000), o por sus aspectos técnicos, organizativos o culturales (Pacey 1983, Kline 1985, Fleming 1987 y 1989, Sanmartín 1992). De este modo se han realizado diversos programas CTS enfocados a diferentes niveles de enseñanza y especialidades (enseñanza primaria, secundaria, universitaria y para adultos, debido a los diferentes contenidos, modos en que se pueden acercar los alumnos y a los diferentes objetivos de dichas enseñanzas). Así un tratamiento que resalte los aspectos científico- técnicos y organizativos estará más orientado al desarrollo de capacidades relacionadas con la formación científica y profesional de base o específica, pero no por ello son menos importantes (Solomon 1995). Si se tratan aspectos culturales estará más enfocada a conocer la naturaleza de las relaciones entre la ciencia y la tecnología con las dimensiones sociales.

Existen tres modos de considerar las interacciones CTS en la enseñanza que, como decíamos anteriormente, dependerá de los objetivos y contenidos de la etapa o curso, así como los modos en que los alumnos pueden acercarse a los contenidos según sus concepciones. El primero es considerar dichas relaciones como elementos complementarios a los contenidos para la consecución de los objetivos, de tal modo que hacen más interesantes a aquellos y las clases. El segundo modo de considerar las interacciones CTS es como elementos vertebradores de los contenidos, pero este

tratamiento requiere una gran elaboración de los materiales didácticos y los programas que integren las unidades didácticas. Por último, existen cursos que tratan la problemática de las interacciones CTS (Sanmartín 1992), tanto a nivel universitario (Ziman 1984) como en enseñanza secundaria (en muchas autonomías existe una optativa denominada CTS (LOGSE 1990, Membiela 1995). Una segunda modalidad de clasificación de cursos CTS es por la naturaleza de los objetivos primordiales que se desean alcanzar, así puede haber cursos centrados en la racionalidad de las estrategias de la toma de decisiones, otros en la toma de resoluciones contextualizadas mediante simulaciones, proyectos y discusiones, los hay que han enfatizado los valores como filtros críticos, unos en el cambio actitudinal de los alumnos, otros han invitado a los alumnos a reflexionar cómo podrían poner en acción sus determinaciones colectivas, algunos en la historia de la ciencia, otros en los métodos de resolución de problemas que en la historia se le han presentado a la humanidad, también en la comprensión de teorías y métodos (Aikenhead 1985, Gil 1993, Solbes y Vilches 1989 y 2000, Solbes y Traver 1996), es obvio que ninguno existe en estado puro, sino que todos poseen en algún grado los objetivos prioritarios de los otros.

Algunos de los programas que podemos mencionar, realizados por equipos de profesionales desplegando un gran esfuerzo, que introducen, tratan o tienen un enfoque vertebrado por el tratamiento de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y naturaleza, son:

**a. Los que introducen actividades CTS en el programa de enseñanza habitual.**

- **Proyecto SATIS 16-19** (“Science and Technology in Society”): es un programa enfocado al estudio de las ciencias, realizado en el Reino Unido y dirigido por Joan Solomon. Trata sobre diversos temas, didácticamente invita al alumno a comprender los conceptos científicos al realizar experimentos, reflexionar sobre la formación de las teorías científicas y ver su evolución y aplicaciones mediante la introducción de la historia y la tecnología (Solomon 1993 y 1995, Marco 1995, Obach 1995, Del Carmen et col. 1997).

- **Proyecto APQUA** (Aprendizaje de los Productos Químicos, sus Usos y Aplicaciones): Desarrollado en España, es un programa de enseñanza de química que utiliza las interacciones CTS para que los alumnos comprendan cómo los productos químicos repercuten en las personas y el medio (Medir 1995, Medir et col. 2000).
- **Proyecto “Exploring Science”**: Realizado por la editorial Longman en el Reino Unido, enfocado a la enseñanza de las ciencias naturales y fisicoquímicas, que utiliza las interacciones CTS para enseñar de una forma integrada (Caamaño 1995, Del Carmen et col. 1997).
- **“Harvard Project Physics”**: Realizado en Estados Unidos de América, introduce en la enseñanza de los contenidos de física actividades CTS de la historia de la ciencia, para que los alumnos reflexionen, utilicen y comprendan distintas aplicaciones de los conocimientos y habilidades adquiridas (Holton et col. 1970, Del Carmen et col. 1997).
- **Proyecto Maimonides**: Realizado en España, es un tratamiento transversal de diferentes contenidos en la Enseñanza Secundaria, considerándose aspectos culturales e históricos a través de distintas actividades tradicionales, p.e. La siembra, riego y recolección, la extracción y transformación de materias primas, el reciclaje y aprovechamiento de productos, etc. Su elemento integrador son los contenidos procedimentales, facilitando la introducción de otros contenidos y el desarrollo de actitudes positivas y críticas hacia la ciencia y la tecnología. Sus objetivos son facilitar el conocimiento de la realidad científica y tecnológica y promover el acercamiento y la valoración de las actividades de investigación y tecnológicas (Jiménez y Wamba 2000).
- **“Science: A Way of Kowing”**: Un proyecto CTS de enseñanza de ciencia que entre otras finalidades considera las interacciones entre ciencia y sociedad y la formación de toma de decisiones reflexiva (Aikenhead 1979 y 1985, Aikenhead y Fleming 1975).

- **Proyecto Galaxia:** Se trata de un proyecto realizado en España para la enseñanza de la física y la química en 3º y 4º de la Enseñanza Secundaria Obligatoria y en el Bachillerato. Consta de 5 textos (con sus correspondientes comentarios para el profesor), que desde una perspectiva de la enseñanza aprendizaje como investigación, mediante propuesta de actividades, incluye actividades y textos sobre la historia de la ciencia y la tecnología y las relaciones CTS (Calatayud et al 1995 y 1996, Solbes y Tarín 1996, Hernández et al 1998 y 1999).

**b. Los que estructuran el programa de enseñanza a través de las actividades CTS**

- **Proyecto PLON** (“Physics Curriculum Development Project”): desarrollado en Holanda está enfocado al estudio de la física, las interacciones CTS se tratan a través de la contribución a los diferentes roles que el propio alumno va a desarrollar como ciudadano. Entre los diversos roles que se consideran está el de conocer un dispositivo, manipularlo y controlarlo, considerar sus peculiaridades como consumidor o analizar algún aspecto social relacionado con el mismo (Sanmartín 1992, Del Carmen et col. 1987).
- **Proyecto MACOS** (“Man: A Course of Study”): desarrollado en Estados Unidos de América está enfocado al estudio de las matemáticas, la ciencia y la tecnología a través de las necesidades del alumno como ciudadano. Este programa contempla los desarrollos contemporáneos y la historia y la filosofía de la ciencia (Hlebowitsh y Wraga 1989).
- **Genoma Humano:** Realizado por BSCS y AMA (“American Medical Association” 1992) es una presentación del proyecto Genoma Humano y los conocimientos vinculados al mismo (cartografía y secuenciación de genes), que plantea las dimensiones éticas y de política pública del mismo mediante actividades CTS en cursos de biología, para mostrar los descubrimientos, usos e implicaciones sociales de esa ciencia, y ayudar al alumno a reflexionar y adoptar posturas responsables respecto a los mismos (Sanmartín 1992, Sanvalero 1995).

- **Proyecto “Science at work”**, similares en sus concepciones a los anteriores, utiliza como eje vertebrador las aplicaciones de la ciencia y la tecnología en diferentes ámbitos en los que previsiblemente podría trabajar el alumno (Caamaño 1995).
- **Ciencia a través de Europa**: Es un programa desarrollado en Europa que trata diversos temas con relación a la ciencia y sus interacciones CTS, p.e. lluvia ácida, uso de energía en el hogar, energías renovables, ¿qué bebemos y comemos?, etc. Desarrolla aspectos científicos y tecnológicos en un contexto social, posibilitando la discusión de las relaciones ciudadano- sociedad y cuestiones ambientales (Parejo 1995 y 2000, Nascimento y Pereira 2000).
- **Proyecto Salters** (“Salters Advanced Chemistry”). Es un programa inglés (Burton et col. 1994) adaptado para la enseñanza de la química en la Enseñanza Secundaria. El eje de dicho proyecto lo constituyen las aplicaciones e implicaciones sociales de los productos químicos, tecnología, historia, utilizaciones en la vida diaria, así como su participación en la naturaleza y en la constitución de la vida (Vilches 1993, Gómez, Gutiérrez, Martín y Caamaño 2000).
- **“Harvard Case Histories”**: Realizado en Estados Unidos de América, introduce actividades CTS con un enfoque histórico de la física, la química y la biología, combinado con un análisis de los diferentes métodos de la ciencia, intentando desarrollar en el estudiante cierta comprensión de la interrelación entre teoría y experimento, y de la complicada cadena de razonamientos que conecta la verificación de una hipótesis con los resultados experimentales obtenidos (Conant 1957, Solbes y Traver 1996).

### **5.3.5. Investigaciones sobre imagen de la ciencia y 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 la mejora que introduce el tratamiento de las relaciones CTS sobre las concepciones y actitudes hacia el aprendizaje de las ciencias.

Solbes y Vilches realizando un trabajo de investigación sobre enseñanza de ciencias físico- químicas (Vilches 1993, Solbes y Vilches 1992 y 1997), en alumnos de Bachillerato y COU, contrastaron la hipótesis de que los alumnos que realizaban actividades sobre las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, mediante una metodología constructivista: tenían una imagen de la ciencia menos empirista y operativa, valoraban más sus teorías y métodos, planteándoles problemas tomaban más decisiones, emitían más hipótesis y desarrollaban métodos para comprobarlas. Consideraban en mayor cuantía el carácter colectivo de la ciencia y tenían menos concepciones erróneas de la ciencia y los científicos. Ante problemas planteados a la ciencia y sus soluciones, reflexionaban, debatían y analizaban críticamente, sopesando mejor las ventajas e inconvenientes de sus consecuencias. La imagen que tenían de la ciencia era más contextualizada y positiva, cercana al mundo cotidiano, al conocer más aplicaciones e implicaciones de la ciencia y la tecnología en la sociedad. Al haberse tratado aspectos de la historia y desarrollo de la ciencia eran más conscientes de las implicaciones tecnológicas, económicas y culturales. Los alumnos encontraban más interesante estudiar ciencias con actividades CTS, lo cual era motivador y mejoraba sus actitudes hacia el aprendizaje de las mismas.

Los anteriores investigadores en colaboración con otros profesores (Solbes y Vilches 2000) confeccionaron los materiales para el tratamiento de las interacciones CTS en actividades de clase, comparando con otros grupos en los que no se trataron dichas interacciones encontraron diferencias significativas, la introducción de las actividades citadas: mejoraba la imagen de la ciencia, disminuía la imagen tópica de los científicos, aumentaba la actitud crítica hacia las ciencias físico-químicas y las actitudes positivas frente al aprendizaje. Los alumnos conocían más implicaciones tecnológicas, sociales y ambientales de la ciencia y la tecnología, eran más capaces de realizar



valoraciones críticas sopesando ventajas e inconvenientes, citando como un elemento motivador el tratamiento de las interacciones CTS, y además los promovía a imágenes más contextualizadas de la ciencia.

En una investigación (Traver 1996, Solbes y Traver 1996 y 2001) en la que se utilizaban actividades de historia de la ciencia, con alumnos del Bachillerato y COU en asignaturas de física y química, contrastando las diferencias entre el grupo de control y experimental, detectaron que en el grupo experimental lograron disminuir la concepción formalista de la ciencia, la visión acumulativa de su evolución y la concepción de la misma como descubrimiento, aumentando la visión de construcción de la ciencia. Además los alumnos del grupo experimental eran más conscientes de las crisis de la ciencia a lo largo de su historia, conocían más científicos, el origen de sus trabajos y las repercusiones sociales de los mismos, aumentando el interés por los procesos de creación de la ciencia y la biografía de los científicos. Dichas actividades dieron a conocer a los alumnos modelos antagónicos que produjeron controversias y crisis en el seno de la ciencia, les hizo más conscientes de la contextualización de la ciencia, de su carácter colectivo, de su dependencia de los apoyos políticos y económicos y del desarrollo tecnológico. Estas actividades contribuyeron a crear un buen ambiente de trabajo en el aula y aumentar la participación e interés de los alumnos.

### **5.3.6. Criterios didácticos y metodológicos para el diseño de actividades.**

A continuación trataremos de justificar mediante algunos criterios didácticos la introducción del tratamiento de las actividades CTS, así como diferentes aspectos relacionados con ellas. Como fundamento de los mismos adoptamos una posición metodológica constructivista, consideramos las actividades CTS como elementos complementarios pero integrados en las unidades didácticas y el carácter de formación profesional específica de los estudios en que se ha realizado la investigación. Entre las ventajas que posee la utilización de las actividades CTS como elemento metodológico y didáctico, considerando diferentes aspectos (Ausubel, Novak y Hanesian 1976, Gil 1983, Gil 1986, Solbes y Vilches 1989, Canongue y Ducel 1986, Gil et col. 1991, Caamaño y Heto 1992, Solbes y Vilches 1992, Gil 1993, Vilches 1993, Caamaño 1995, Caballer y Giménez 1995, Del Carmen et col. 1997) se pueden señalar:

### 5.3.6.A. EN EL DESARROLLO DE LAS UNIDADES DIDÁCTICAS.

Pueden servir como elemento:

- Introdutor a un nuevo contenido, tratando aspectos cuantitativos y cualitativos relacionados con lo que los alumnos ya saben y con lo que se desea que aprendan, creando cierta motivación e interés hacia el contenido a través de la actividad CTS propuesta.
- Intermedio en la unidad didáctica, rompiendo la uniformidad de las clases, como otras tareas en las que los alumnos participan activamente, para mostrar aplicaciones de lo visto, tratar diferentes aspectos y sus influencias para solucionar problemas.
- Que corone los contenidos, sirviendo como integradores, reestructuradores y globalizadores, para la realización de recapitulaciones o evaluación del proceso de aprendizaje, en cada caso diseñadas específicamente para tales efectos.

### 5.3.6.B. EN EL TRATAMIENTO DE LOS CONTENIDOS.

Puede servir para:

- Tratar aspectos profesionales relacionados con su desempeño futuro en la sociedad.
- Realizar experimentos o prácticas en las que se integran los conocimientos adquiridos, analizando, diseñando y montando sistemas para resolver un problema propuesto.
- Ver aplicaciones de lo tratado en la realidad y contextualizarlo, a través de imágenes, tablas de valores asociados o valores nominales, etc.
- Distinguir los elementos que componen un sistema y la función específica que realizan dentro del mismo para que el sistema funcione.

- Utilizar el pensamiento primario (imágenes) y secundario o lingüístico, que organizan la estructura de una situación y el lenguaje a él ligado.
- Realizar actividades de reestructuración e integración de los contenidos tratados.
- Introducir conceptos o conectar con anteriores contenidos, actuando como elemento integrador.
- Tratar aspectos históricos sobre la evolución de las ciencias y las tecnologías asociadas, sus teorías, métodos y artefactos, los problemas o intereses que había en su origen, o los que solucionó como producto de la curiosidad, y como se construían.
- Tratar aspectos cualitativos (p.e. diseño, características, funcionamiento, fin constructivo, otras posibles aplicaciones, ventajas o desventajas que poseen frente a anteriores etapas científico- tecnológicas, mejoras posibles, etc.).
- Considerar las diferentes magnitudes que intervienen en las aplicaciones y la relación entre ellas, realizando mapas conceptuales.
- Tratar aspectos cuantitativos, planteando problemas en los que considerando las diferentes magnitudes que intervienen en las aplicaciones y su relación, determinando como la variación de una de ellas afecta a las demás. Dar significado y utilidad a los valores nominales de dispositivos, buscarlos y seleccionarlos en tablas, etc.
- Integrar diversos aspectos y contenidos transversales, como por ejemplo educación para el consumidor y usuario, educación ambiental, etc.
- Realizar experimentos, prácticas o simulación de investigaciones que permitan a los alumnos situarse en la posición de un aprendiz de científico y técnico, siendo conscientes de la transposición didáctica con relación a situaciones profesionales (Gil 1994).

#### 5.3.6.C. EN REFERENCIA A LA CONEXIÓN CON LA REALIDAD Y CONTEXTUALIZACIÓN.

Puede servir para:

- Mostrar la conexión de la ciencia con la tecnología y de estas con la realidad, al mostrar aplicaciones.
- Comparar soluciones actuales y pasadas, analizando sus diferencias y fundamentos científicos y tecnológicos.
- Tratar las implicaciones sociales que una determinada aplicación a producido, mediante su influjo en la industria y la vida diaria.
- Tratar repercusiones de un sistema dado en la sociedad y el ambiente.
- Visualizar imágenes de sistemas o artefactos científicotecnológicos que tienen diversas aplicaciones reales que representan soluciones a problemas.
- Ver videos o películas que traten sobre algún aspecto de los contenidos.
- Hacer visitas a museos o exposiciones que puedan mostrar desarrollos anteriores y su evolución, o soluciones y aplicaciones actuales.
- Realizar visitas a instalaciones, industrias, fábricas, laboratorios o empresas que muestren aplicaciones y utilidad de lo tratado, y después los alumnos pueden además realizar memorias en las que integren lo tratado y lo que saben con lo que han visto.

#### 5.3.6.D. EN REFERENCIA AL APRENDIZAJE Y LAS ACTITUDES DE LOS ALUMNOS.

Además de los aspectos generales en relación a las actitudes, tratados al fundamentar la primera hipótesis, y los aspectos didácticos considerados anteriormente, las actividades CTS pueden contribuir a diferentes aspectos del aprendizaje y la enseñanza (Ausubel, Novak y Hanesian 1976, Gil et col. 1991, Solbes y Vilches 1992, Caamaño 1995), entre las cuales se pueden citar:

- Romper la uniformidad de las clases al introducir actividades de distinta naturaleza de las demás, lo que aumenta el interés.
- Aumentar el interés hacia la ciencia y la tecnología al mostrar aplicaciones prácticas, que son soluciones a problemas en la realidad relacionados con los contenidos que se tratan.

- Dirigir la atención hacia estas actividades, que constituyen aspectos de los contenidos, promoviendo el aprendizaje.
- Fomentar la curiosidad, impulso cognoscitivo, sosteniendo la atención y fomentando el aprendizaje.
- Poder ser realizadas por alumnos con diferentes intereses y niveles de capacidad.
- Examinar ideas, conceptos o leyes en contextos concretos.
- Ofrecer la posibilidad de intercambiar y comparar ideas y opiniones con otros sobre los sistemas o artefactos y sus posibles aplicaciones o utilidades en diferentes contextos.
- Facilitar la sorpresa cognitiva, exigiendo, si los alumnos no poseen esquemas conceptuales adecuados a los contenidos que se tratan, cierto grado de modificación y reducción de disonancias (acomodación) antes de ser asimiladas, modificando sus estructuras conceptuales y procedimentales.
- Integrar en su tratamiento las motivaciones que tienen los alumnos para aumentar las motivaciones intrínsecas y al logro con relación al estudio y aprendizaje de las ciencias experimentales y las tecnologías asociadas, y mejorar sus actitudes.
- Modificar las concepciones deformadas que posean los alumnos con relación a las ciencias experimentales y las tecnologías asociadas.
- Formar ciudadanos críticos y responsables, al sopesar ventajas e inconvenientes de las aplicaciones y sus repercusiones sociales.
- Construir una imagen mental de los procesos y sistemas físicos con relación a problemas prácticos, y desarrollar su capacidad de análisis, manipulación y toma de decisiones.

## **CAPITULO 6**

# **DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA VERIFICACIÓN DE LA SEGUNDA HIPÓTESIS**



## **6. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA VERIFICACIÓN DE LA SEGUNDA HIPÓTESIS**

### **6.1. INTRODUCCIÓN**

En el capítulo anterior hemos formulado y tratado de fundamentar la segunda hipótesis de este trabajo de investigación, para ello expusimos distintas consideraciones de tipo didáctico, diferentes temas que pueden ser tratados con la introducción de las actividades CTS, las actitudes que pueden desarrollar en los alumnos con relación a la ciencia, la tecnología, la sociedad y el medio ambiente. También expusimos diferentes experiencias de introducción de actividades CTS en los programas de enseñanza, e investigaciones que confirman el cambio actitudinal que un tratamiento adecuado de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y naturaleza puede aportar. Por último hicimos una relación de criterios didácticos y metodológicos para el diseño de actividades, según su posición en los contenidos, como elementos de contextualización y conexión con la realidad, con referencia al aprendizaje y mejora de las actitudes de los alumnos.

Después de haber establecido y fundamentado la segunda hipótesis en el capítulo anterior, en este capítulo pasamos a inferir las consecuencias verificables que se pueden extraer de ella. Para ello realizaremos en primer lugar un análisis de la hipótesis y extraeremos tesis o subhipótesis más sencillas incluidas en la misma, para pasar a continuación a su operativización para el diseño de los métodos experimentales que nos permitan contrastarlas.

### **6.2. OPERATIVIZACIÓN DE LA SEGUNDA HIPÓTESIS**

La segunda hipótesis, fundamentada en el capítulo anterior, es la siguiente: **Es posible un tratamiento didáctico de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente que, teniendo en cuenta las ideas alternativas de los alumnos,**



**aumente su interés y mejore sus actitudes hacia el estudio y aprendizaje de las ciencias experimentales (electromagnetismo) y las tecnologías asociadas (electrotécnicas), y proporcione una imagen más contextualizada y menos distorsionada de las mismas.**

Analizando la hipótesis se pueden extraer las siguientes tesis o subhipótesis que nos permitirán hacer operativa la hipótesis para realizar diseños experimentales:

- 1- Es posible la elaboración y diseño de materiales para actividades CTS de acuerdo a una metodología constructivista, que sirvan para contextualizar ciencia y la tecnología y mejorar las actitudes de los alumnos, especificando los criterios de elaboración.
- 2- La introducción de las actividades CTS con una metodología constructivista, basada en el cambio conceptual, metodológico y actitudinal, que tenga en cuenta las ideas previas de los alumnos, mejorará sus ideas sobre las relaciones existentes entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente, disminuyendo sus concepciones erróneas sobre las mismas.
- 3- La introducción de las actividades CTS con una metodología basada en el cambio conceptual, metodológico y actitudinal de los estudiantes producirá en ellos un aumento de interés y una mejora de actitudes con relación al estudio de las ciencias y las tecnologías asociadas y hacia los procesos de enseñanza y aprendizaje.
- 4- La propuesta de actividades elaborada será valorada positivamente por los profesores a los que se les presente y por los profesores que las utilicen en el aula.

Cada una de estas subhipótesis se derivan consecuencias que pueden ser contrastadas experimentalmente. A continuación exponemos la operativización correspondiente.

### **6.2.1. Operativización de la primera subhipótesis**

La primera subhipótesis hace referencia a que siguiendo una metodología de enseñanza constructivista es posible la elaboración y diseño de materiales para actividades CTS que sirvan para contextualizar la ciencia y la tecnología y mejorar las actitudes de los alumnos, especificando los criterios de elaboración. Es decir:

- 1- Se podrá elaborar un plan para su diseño, elaboración, prueba y revisión.
- 2- Tendrá en cuenta criterios metodológicos constructivistas.
- 3- Tendrá en cuenta lo que los alumnos ya saben.
- 4- Estarán integradas en el programa más amplio de lo que los alumnos deben estudiar.

### **6.2.2. Operativización de la segunda subhipótesis**

La segunda subhipótesis hace referencia a que la a introducción de las actividades CTS con una metodología constructivista de contextualización de la ciencia y las tecnologías asociadas, mejorará las ideas de los alumnos sobre las relaciones existentes entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente, disminuyendo sus concepciones erróneas o incompletas. Ese cambio conceptual podrá ser medido con los cuestionarios I y II de alumnos desarrollados en los apartados 3.3.2 y 3.3.3 del diseño experimental para verificar la primera hipótesis.

### 6.2.3. Operativización de la tercera subhipótesis

La tercera subhipótesis hace referencia a que la introducción de actividades CTS con una metodología basada en el cambio conceptual, metodológico y actitudinal de los estudiantes producirá en ellos un aumento de interés y una mejora de actitudes con relación al estudio de las ciencias y las tecnologías asociadas. Concretamente:

1. Los alumnos valorarán en mayor grado las enseñanzas recibidas.
2. Los alumnos valorarán en mayor grado a los profesores como origen de sus concepciones sobre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente.
3. Los alumnos valorarán en mayor cuantía diferentes aspectos de interés que forman parte de los procesos de enseñanza aprendizaje.
4. Los alumnos señalarán más factores de interés en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

### 6.2.4. Operativización de la cuarta subhipótesis

Esta cuarta subhipótesis se refiere a que si una nueva propuesta o una innovación en didáctica se quiere introducir y difundir en el sistema educativo se ha de contar con los profesores, que serían los encargados de desarrollarla, aplicarla y ponerla en práctica. De este modo suponemos que otros profesores que lleguen a conocer nuestra propuesta didáctica, y hayan reflexionado críticamente sobre ella, la valorarán positivamente, estarán dispuestos a introducirlas en sus programas habituales y mostrarán satisfacción con su aplicación.

La operativización de esta subhipótesis se puede hacer en términos del cambio conceptual, metodológico y actitudinal, del siguiente modo: **Los profesores valorarán positivamente la propuesta del conjunto de actividades CTS en los aspectos conceptual, metodológico y actitudinal, es decir:**

1. Presenta aplicaciones de la ciencia y la tecnología en la sociedad y establece relaciones cualitativas.
2. Facilita la adquisición de conceptos, procedimientos y actitudes relacionadas con las ciencias y las tecnologías asociadas.
3. Facilita el cambio conceptual y metodológico al permitir que los alumnos manifiesten sus ideas previas a través de la emisión de hipótesis, su contrastación y la extracción de conclusiones, de acuerdo a una metodología científica.
4. Aumenta las actitudes positivas y los intereses de los alumnos hacia el estudio de la ciencia y las tecnologías asociadas.
5. Son interesantes desde un punto de vista didáctico.

### **6.3. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA CONTRASTACIÓN DE LA PRIMERA SUBHIPÓTESIS, REFERENTA A QUE ES POSIBLE EL DISEÑO Y ELABORACIÓN DE ACTIVIDADES CTS SIGUIENDO UNA METODOLOGÍA CONSTRUCTIVISTA**

De acuerdo a la operativización de la primera subhipótesis es posible la elaboración y diseño de materiales para actividades CTS que sirvan para cambiar la imagen y las actitudes de los alumnos sobre la ciencia y la tecnología y su aprendizaje. A continuación exponemos los criterios didácticos para la elaboración de las actividades CTS, el método para diseñar, elaborar, probar y evaluar las actividades CTS por parte del profesor. En este capítulo y en el anexo II de este trabajo de investigación, se muestran algunos ejemplos de dichas actividades, junto con un comentario a cada una de ellas. Su propuesta a los alumnos puede implicar tan sólo algunas de las cuestiones en ellas planteadas según el criterio del profesor.

### **6.3.1. Criterios didácticos para la elaboración de las actividades CTS**

De acuerdo con el constructivismo es posible la elaboración de actividades CTS que tengan en cuenta sus principios metodológicos para su aplicación en el aula, los criterios didácticos para el diseño de las actividades que ya se expusieron en el capítulo anterior, en el que se fundamentaba la hipótesis.

Otros criterios didácticos, acordes con el cambio conceptual, metodológico y actitudinal en la elaboración y prueba de las actividades propuestas son facilitar la emisión de hipótesis por parte de los alumnos, facilitar la adquisición de conceptos científicos, familiarizar a los alumnos con la metodología científica, favorecer la participación de los alumnos y aumentar su interés por la ciencia y sus tecnologías asociadas.

En la elaboración del programa de actividades se han seguido varios pasos. En primer lugar se diseñaron tal como se ha indicado en los apartados anteriores, fueron revisadas por profesores universitarios expertos en el tema, y fueron aplicadas a los alumnos en clase. En cada una de estas etapas se recogieron las nuevas aportaciones y las observaciones recogidas en el aula, resultando ser el fruto de varias revisiones. De este modo se ha elaborado un programa de actividades para alumnos de ciclos superiores de Formación Profesional.

### **6.3.2. Método de diseño, elaboración, prueba y evaluación de las actividades CTS**

Utilizaremos el método de Observación participante, un método de análisis evaluativo que se basa en la observación y participación activa e intercambio de ideas entre profesor y alumnos durante las actividades de clase. Observando el comportamiento y la expresión semántica que muestran los alumnos en las actividades de clase se trata de evaluar las actitudes mostradas por los mismos (Coll et col. 1995) a través de la actividad reflexiva del profesor, de tal modo que a través de ella se modifican y rediseñan las actividades de enseñanza y aprendizaje (Latorre 1992, Castillejo et col. 1987).

A continuación exponemos el método o procedimiento para llevarlo a cabo en sus diferentes fases o etapas:

**Objetivo:**

- Diseñar actividades CTS y descubrir, describir y explicar las actitudes de los alumnos con relación a las actividades CTS propuestas, para realizar en las mismas o en su aplicación los cambios oportunos para conseguir aumentar las motivaciones y modificar aquellas concepciones erróneas o incompletas relativas a las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y naturaleza.

**Método:**

Posee varias etapas o fases que pasamos a describir:

**a. Fase de formulación de objetivos y elaboración de la actividad.**

- ***Búsqueda de materiales:*** con relación a unos determinados contenidos se buscan materiales adecuados para la realización de las actividades CTS, tales como relatos, imágenes, datos de fabricantes, catálogos, noticias, materiales, etc.
- ***Formulación de objetivos:*** En función de la unidad didáctica, los materiales disponibles y la etapa educativa se formulan la serie de objetivos didácticos relacionados con los contenidos a los cuales serán afines los contemplados en el tratamiento de las relaciones CTS.
- ***Elaboración:*** Se elaboran los materiales para adecuarlos al tratamiento en clase, y se plantean las cuestiones, problemas y análisis a realizar perfilados por los objetivos a alcanzar a través de la realización de la actividad CTS.

**b. Fase de campo: realización, seguimiento y control.**

- ***Proponer:*** A los alumnos se les plantea la actividad en el contexto previsto.

- **Observar:** Los comportamientos y verbalizaciones que manifiestan los alumnos durante la realización de la actividad.
- **Interactuar:** A lo largo de la realización de la actividad los alumnos hacen observaciones, plantean preguntas o muestran dificultades que el profesor intenta aclarar o resolver.
- **Preguntar:** Como complemento se realizan preguntas sobre aquello que se ha aprendido, ha sido más o menos interesante, difícil, incomprensible, etc. También sobre que ha requerido más esfuerzo o lo qué cambiarían y por qué.
- **Transcribir:** Anotar los comportamientos y expresiones verbales, observaciones, preguntas realizadas o problemas mostrados por los alumnos, así como las reacciones a las aclaraciones o a la resolución de los problemas.

**c. Fase de análisis, evaluación y reelaboración.**

- **Análizar:** Realizar una descripción, asociación y explicación entre la situación, la actividad propuesta y las experiencias y notas tomadas sobre los comportamientos, verbalizaciones e interacciones (actitudes) mostradas por los alumnos.
- **Evaluar:** Realizar una valoración del efecto de la actividad propuesta sobre los alumnos y en relación a los objetivos de la misma.
- **Reestructurar:** Plantear las modificaciones que se consideren oportunas en la actividad didáctica en base a subsanar las partes más deficientes (comprensión, tipo de análisis cualitativos o cuantitativos, tipo de preguntas, imágenes, valores, tiempo, posición en la unidad, etc.), modificar, ampliar o alcanzar nuevos objetivos en la próxima realización de dicha actividad.

#### **6.4. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA CONTRASTACIÓN DE LA SEGUNDA SUBHIPÓTESIS, REFERENTE A LA MEJORA DE LAS IDEAS DE LOS ALUMNOS SOBRE LA CONTEXTUALIZACIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA**

De acuerdo con la operativización de la segunda subhipótesis la introducción de las actividades CTS con una metodología constructivista mejorará las ideas de los alumnos sobre la contextualización de la ciencia y la tecnología, disminuyendo sus concepciones erróneas sobre las relaciones existentes entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente. Para su contrastación experimental, después del curso en que se habrá aplicado el programa de actividades CTS, se pasará a los estudiantes de los grupos experimentales:

- a. El Cuestionario I de Alumnos, el cual ya se presentó en el capítulo 3 junto con los criterios de valoración, recordemos que consta de 9 cuestiones de carácter abierto, que ha sido utilizado para detectar en los grupos de control sus concepciones sobre las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad. A continuación se compararán los resultados obtenidos entre los grupos experimentales y los de control.
- b. El Cuestionario II de Alumnos, ya presentado en el capítulo 3 junto con los criterios de valoración, que servirá para detectar el origen multifactorial que los alumnos creen que tienen de sus concepciones sobre ciencia, tecnología y sociedad.

#### **6.5. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA CONTRASTACIÓN DE LA TERCERA SUBHIPÓTESIS, REFERENTE AL AUMENTO DE INTERÉS Y LA MEJORA DE ACTITUDES CON RELACIÓN AL ESTUDIO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA**

La operativización de la tercera subhipótesis hace referencia a que la introducción de actividades CTS con una metodología basada en el cambio conceptual, metodológico y actitudinal de los estudiantes producirá en ellos un aumento de interés y



una mejora de actitudes con relación al estudio de las ciencias y las tecnologías asociadas. Para su contrastación experimental, hemos desarrollado cuatro métodos:

**Método 1.-** El Cuestionario II de Alumnos, ya mencionado anteriormente, recordemos que consta de 7 cuestiones, 6 de ellas de carácter cerrado y una de ellas de carácter abierto, que servirá para detectar el interés de los alumnos sobre la ciencia y la tecnología.

**Método 2.-** El Cuestionario III de Alumnos, expuesto en el capítulo 3, después de finalizar el curso en el que se aplicó alguna de las actividades CTS. Recordemos que el Cuestionario III consta de 7 ítems, cuatro de ellas de carácter cerrado y tres de ellas de carácter abierto, que ha sido utilizado para detectar en los grupos de control sus actitudes y concepciones sobre los procesos de enseñanza- aprendizaje. A continuación compararemos los resultados obtenidos entre los grupos experimentales y los de control.

**Método 3.-** El tercer método consistió en pedir la opinión de los alumnos, después de la realización de cada una actividad CTS, bien de forma oral o a través de un resumen escrito, sobre qué habían aprendido de interés para ellos, y su parecer sobre la actividad. La pregunta planteada, que denominaremos cuestionario IV de alumnos, fue:

#### CUESTIONARIO IV DE ALUMNOS

**Cuestión:** ¿Cuál es vuestra opinión sobre la actividad realizada?, ¿qué habéis aprendido?

**Método 4.-** El cuarto y último método consistió en pasar una cuestión a los alumnos al finalizar el curso en que las actividades CTS elaboradas fueron realizadas por ellos, que denominaremos cuestionario V de alumnos. En esta cuestión se pide a los estudiantes que indiquen cuáles fueron aquellas actividades CTS que más interés despertaron en

ellos, a este cuestionario lo denominaremos Cuestionario V de alumnos. La cuestión planteada fue:

**CUESTIONARIO V DE ALUMNOS**

**Cuestión:** Indica qué temas de relación con la realidad o interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad te ha gustado que se trataran en clase:

Los criterios de clasificación que haremos en relación a esta pregunta son los que se muestran a continuación:

**Criterio de clasificación:** Las respuestas las clasificamos en dos grupos:

1. Actividades CTS que tratan sobre origen, aplicación o selección de distintos dispositivos o sistemas (generadores, motores, transformadores, automatismos, energías, líneas de distribución, facturación de energía eléctrica, iluminación etc.), y sus implicaciones sociales y ambientales.
2. No sabe o no contesta (NS/NC).

La valoración cuantitativa de las respuestas clasificadas las hacemos por la frecuencia relativa de aparición en % respecto al número total de encuestados:

## **6.6. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA CONTRASTAR LA CUARTA SUBHIPÓTESIS**

Para contrastar la hipótesis de la valoración que hacen los profesores de la propuesta de introducción de actividades CTS en sus programas habituales, se ha confeccionado un cuestionario para profesores (Cuestionario II para Profesores), en la que se pide que valoren diferentes aspectos de la propuesta.

El cuestionario será presentado a profesores que cursan enseñanza de la misma modalidad en algunos centros docentes, tras mostrarles el conjunto de actividades y haber realizado análisis críticos se les pedirá que realicen el test para que manifiesten el interés que despierta en ellos.

### **CUESTIONARIO II DE PROFESORES**

Valora de 0 a 10 los siguientes aspectos del conjunto de actividades CTS propuestas.

1. Presenta aplicaciones de la ciencia y la tecnología en la sociedad y establece relaciones cualitativas ..... ( )
2. Facilitará la adquisición de conceptos y procedimientos científicos ... ( )
3. Facilitará el cambio conceptual al permitir que los alumnos manifiesten sus ideas previas a través de la emisión de hipótesis, su contrastación y la extracción de conclusiones, de acuerdo a una metodología científica . ( )
4. Aumentará las actitudes positivas y los intereses de los alumnos hacia el estudio de las ciencia y las tecnologías asociadas ..... ( )
5. Estaría dispuesto a la aplicación de algunas de ellas relacionadas con las asignaturas que imparto ..... ( )

Cada una de los preguntas del cuestionario está relacionada con los enunciados de la operativización de la hipótesis. La valoración se realizará determinando la media obtenida en cada uno de los ítems.

## **6.7. PRESENTACIÓN DEL CONJUNTO DE ACTIVIDADES INCLUIDAS EN EL PROGRAMA HABITUAL**

Como producto de llevar a cabo la metodología expuesta en la subhipótesis primera, y adelantándonos al análisis del diseño experimental que realizaremos en el capítulo siguiente, se presentan a continuación una selección de diez actividades CTS muestra de las que se presentan en el Anexo II de este trabajo de investigación, en el cual se encuentra el resto. Todas ellas han sido introducidas en los programas didácticos usuales.

Cada actividad está formada por un conjunto correlativo de tareas que los alumnos deben realizar, algunas de ellas pueden ser obviadas a criterio del profesor. Además se realiza un comentario de cada uno de las actividades, en la que se da la solución de las tareas de tipo cuantitativo y cualitativo, para guía del profesor.

## **6.8. EJEMPLO DE ACTIVIDADES DE RELACIONES CTS**

A continuación se muestra una selección de diez actividades CTS, muestra de las contenidas en el Anexo II de este trabajo de investigación, que fueron introducidas en los programas didácticos habituales.

### **6.8.1. BUSQUEDA DE NOTICIAS Y ARTICULOS SOBRE ELECTRICIDAD Y ELECTROTECNIA**

Buscar en algún diario o revista de divulgación científica (tales como MUY INTERESANTE; NEWTON, QUO, NCR, etc.) alguna noticia o artículo relacionado con la electricidad y la electrotecnica y su problemática: historia, aplicaciones, problemas actuales, seguridad, etc., y realiza un breve comentario sobre el mismo.

#### **1. BUSQUEDA DE NOTICIAS Y ARTÍCULOS SOBRE ELECTROTECNIA. COMENTARIO**

Se trata de que los alumnos sientan interés y curiosidad por los medios de divulgación científica y tecnológica, tales como las revistas especializadas en el tema. Y localicen, también, noticias o artículos especializados en periódicos relacionados con las aplicaciones de la electricidad y sus implicaciones sociales.

### **6.8.2. BUSQUEDA DE CATÁLOGOS DE FABRICANTES**

Buscar algún catálogo de fabricantes sobre el actual tema que estamos tratando, realiza un breve comentario de las cosas y características que a tu parecer sean más sobresalientes, tráelo a clase, muéstralo y expónlo.

#### **2. BUSQUEDA DE CATÁLOGOS DE FABRICANTES. COMENTARIO.**

Se trata de que los alumnos sientan interés y curiosidad por los medios de divulgación científica y tecnológica, tales como los catálogos o manuales de fabricantes.

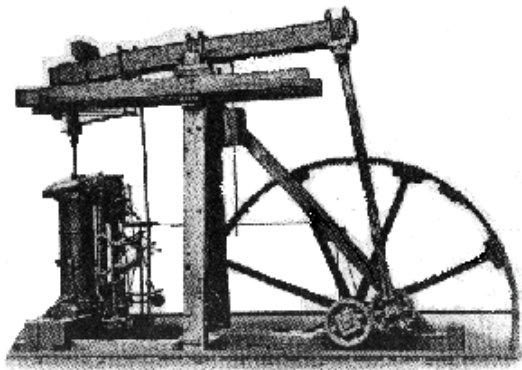
### 6.8.3. CONTINUIDAD EN LOS DISEÑOS. MÁQUINAS DE WATT Y PAGE

Existe una teoría según la cual algunos diseños técnicos y tecnológicos suelen tener cierta continuidad en relación a diseños precedentes.

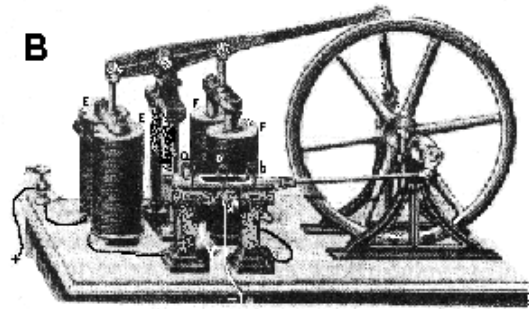
A mediados del siglo XIX, en la época en que irrumpió la electricidad, como una nueva forma de utilizar la energía, se comenzaban a comprender y controlar los fenómenos eléctricos, eran las máquinas de vapor las que se utilizaban en la industria.

En la figura A puedes ver una máquina rotativa de vapor (1788) de James Watt, en el que el volante de inercia es movido con un cilindro y pistón de vapor a través de un conjunto de bielas, manivelas y balancines.

Hacia 1850 varios científicos trataron de construir motores eléctricos de funcionamiento similar a los de vapor. En la figura B se ve un diseño de tal tipo, basado en uno de Charles G. Page, en la que los cilindros de vapor son sustituidos por solenoides con núcleo móvil de material ferromagnético.



A



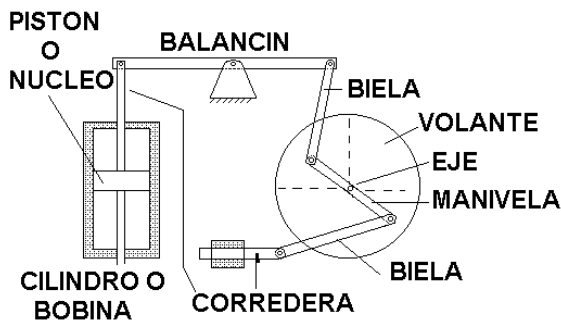
B

Realiza las siguientes actividades:

- Intenta explicar aproximadamente, realizando un esquema mecánico e hidráulico, cómo funciona la máquina de vapor de Watt de la figura A.
- La máquina de vapor de Watt está basada en la de Newcomen (1712). ¿Sabes para qué se utilizaba y qué cambios introdujo en la industria y la sociedad de su tiempo?
- Explica cuál es la energía primaria que utiliza la máquina de vapor y que transformaciones energéticas se producen.
- Intenta explicar aproximadamente, realizando un esquema mecánico y eléctrico, cómo funciona la máquina eléctrica de Page de la figura B.
- Intenta realizar un esquema eléctrico del control de las bobinas mediante la varilla corredera movida por la manivela y la biela.
- Explica cuál es la energía primaria utilizada en la máquina de Page y que transformaciones energéticas se producen.
- ¿Sabes cuándo se introdujo aproximadamente el motor eléctrico en la industria y qué cambios introdujo en esta y la sociedad?

### 3. CONTINUIDAD EN LOS DISEÑOS. MÁQUINAS DE WATT Y PAGE. COMENTARIO

A. La máquina de Watt se basa en el movimiento lineal alternativo de un pistón en un cilindro mediante vapor. Dicho movimiento es transformado, mediante un conjunto de balancín, biela y manivela, en un movimiento circular, en cuyo eje se dispone de un disco de inercia para absorber vibraciones y superar puntos muertos del movimiento del pistón, tal como se muestra en la figura.



B. Las máquinas de vapor se utilizaron a partir del siglo XVIII para impulsar bombas de agua en las minas, como motores en máquinas de ferrocarril y barcos para el transporte, para mover máquinas en industrias, fundamentalmente textiles de lana y algodón, etc. Supuso un cambio drástico en las explotaciones mineras, en las industrias que necesitaban fuerza motriz, en el transporte terrestre y marítimo. Como inconvenientes puede mencionarse la modificación del medio ambiente que produce la existencia de las minas, el ferrocarril etc. y la contaminación que produce la combustión del carbón.

C. La máquina de vapor funciona gracias a la vaporización del agua que se produce en una caldera, en la cual se realiza la combustión de carbón. Por lo tanto la energía primaria de la máquina de vapor es química, que se aprovecha por la oxidación del carbón con oxígeno atmosférico. El vapor es introducido en el cilindro, en el cual se expande moviendo el pistón. Las transformaciones energéticas son: energía química, térmica, piezométrica y mecánica o cinética. En estas transformaciones se producen pérdidas por calor o caloríficas.

D. El motor de Page funciona de modo similar a la máquina de Watt de la figura A, tal como se vio en el esquema anterior, pero el pistón y cilindro son sustituidos por un sendos electroimanes o bobinas de núcleo móvil, al cual se le da un movimiento alternativo. Este movimiento alternativo se logra mediante interruptores conmutadores que son controlados mediante una biela movida por una manivela del eje del volante de inercia.

E. En los extremos del recorrido de la varilla corredera se colocan sendos conmutadores de fin de carrera que conmuten la polaridad de la alimentación a las bobinas.

F. La máquina de Page utiliza la energía eléctrica como fuente primaria, la cual se obtiene por otros medios. La corriente circulante por las bobinas produce un campo magnético en el núcleo haciendo que este se desplace en la dirección del eje según el sentido del campo magnético. Las transformaciones energéticas son: energía eléctrica, energía electromagnética, energía mecánica. En estas transformaciones se producen pérdidas por calor.

G. El motor eléctrico se introdujo en la industria a finales del siglo XIX, primero los de corriente continua, pero con poco éxito debido a la dificultad del transporte de la energía eléctrica en forma de corriente continua. Con el motor de corriente alterna de Tesla y el transformador la distribución eléctrica se extendió rápidamente.

#### 6.8.4. DESARROLLO DE LA LAMPARA INCANDESCENTE. LA BOMBILLA

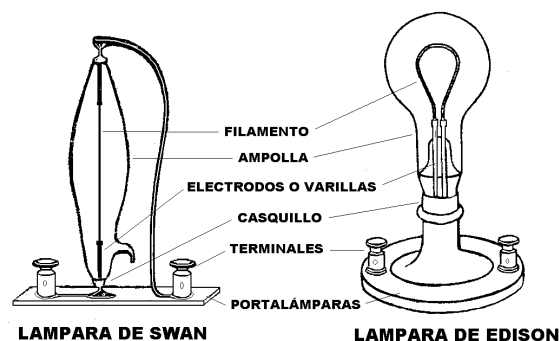
Con la aparición de la pila de Alessandro Volta en 1800 se pudieron realizar muchas investigaciones y experimentos de electricidad. Se descubrió, por ejemplo, que un fino hilo metálico se ponía incandescente por efecto Joule al intercalarlo en un circuito con suficiente tensión, emitía luz, aunque sólo fuese por un lapso muy corto de tiempo. Esto hizo pensar a los investigadores que cabría la posibilidad de obtener luz artificial de la electricidad, sustituyendo a las peligrosas velas, lámparas de gas, aceite y petróleo.

Las lámparas incandescentes tenían dos problemas, el primero era obtener un material que resistiese las altas temperaturas que se producen en una incandescencia que emita luz suficiente durante bastante tiempo, la segunda era como evitar que el material incandescente entrase en combinación con el oxígeno atmosférico y se oxidase.

Staitte en 1847, por ejemplo construyó filamentos o hilos de platino e iridio que soportaban altas temperaturas de incandescencia sin fundirse, para evitar el contacto con el oxígeno introdujo los filamentos en una ampolla de vidrio, pero el aire contenido en ella hacía que su vida media fuese muy corta. Lo mismo le ocurrió a Joseph W. Swan con filamentos de diferentes tipos.

Sólo fue posible obtener vacíos apreciables en las ampollas de vidrio a partir de 1855, año en que Splenguer desarrolló la bomba de vacío de mercurio. Esto animó a Swan a realizar en 1860 nuevos experimentos, observando que el bulbo de la ampolla se oscurecía por la vaporización del filamento en el vacío, lo cual le llevó a buscar nuevos materiales para los filamentos.

Otro problema añadido a la construcción de las lámparas era el diferente coeficiente de dilatación del cristal y los soportes metálicos de conexión del filamento con el exterior, dicha diferencia puede provocar fisuras y la desaparición del vacío, o la rotura de la ampolla. Esto se solucionó con hilos de platino.



Swan patentó y presentó una lámpara en 1878 construida con filamentos de algodón mercerizado, con una vida media de unos meses, cuya figura se muestra. Estaba formada por una ampolla de vidrio de diferentes formas, por cuyo centro discurría un filamento de carbono que en sus extremos está unido a sendos hilos conductores que atraviesan la ampolla, los cuales están soldados a sendos casquillos unidos a la ampolla mediante materiales cerámicos, que se ponen en conexión con la red



a través del portalámparas. Como emprendedor fundó la Swan Electric Light Company en Inglaterra para la fabricación de lámparas e instalación de iluminación.

Por el mismo tiempo Tomás Alba Edison realizaba investigaciones y experimentos del mismo tipo en sus laboratorios de Menlo Park, de su compañía, probando filamentos de diferentes tipos, al final se inclinó por un filamento de carbono (fusión a 3727 C) obtenido de la caña de bambú, patentándola en 1879, y fundando la Edison Electric Light Company en U.S.A. e Inglaterra. Esta lámpara presentaba la ampolla en forma de bulbo, con el filamento en su parte central sostenida mediante dos varillas conductoras, las cuales estaban soldadas en el extremo del bulbo a un casquillo de rosca o bayoneta que se fijaba a un portalámparas, tal como se muestra en la figura.

Una lucha de patentes entre Swan y Edison les llevó en 1881 al acuerdo de unir sus empresas inglesas en la Edison & Swan United Electric Light Company.

La duración de los filamentos de carbono no era muy alta y su eficiencia tampoco, lo cual llevó a la investigación de nuevos materiales. En 1898 Welsback introdujo los filamentos de Osmio (fusión a 3030°), Siemens introdujo el tantalio (fusión a 2996°). En 1908 Coolidge introdujo el Tungsteno o Wolframio (3410°), que demostró tener todavía mejores características, pero con filamentos más delgados y largos, que llevó a fabricarlos en espiral y hacer más complejo el sistema de soporte de los filamentos, que a su vez hicieron que la bombilla fuese más resistente a vibraciones y sacudidas. Los elementos metálicos mencionados aumentaron el rendimiento luminoso (candela/watio), tenían una duración más larga y una mejor reproducción cromática de la luz solar.

Como el oscurecimiento de la ampolla se producía por vaporización de los filamentos a altas temperaturas, en 1913 se introdujeron gases para producir la regeneración del filamento, lo que se conoce como lámparas halógenas, que alargan la vida del filamento y da a la lámpara un rendimiento más uniforme a lo largo de su vida. En 1934, para reducir pérdidas de calor y aumentar la seguridad de lámparas de gran potencia, se introdujo la lámpara incandescente de doble ampolla, y las ampollas de cuarzo cerámico que soportan más altas temperaturas y presiones.

Realiza las siguientes actividades:

- a. Intenta explicar las influencias sobre la sociedad de estos descubrimientos científicos en iluminación.
- b. Sabiendo que  $R=\rho L/s$ , intenta explicar por qué inicialmente se utilizó carbono en los filamentos, y por qué algunos filamentos metálicos tienen formas espirales.
- c. Intenta explicar cual es la diferencia fundamental entre la investigación de Swan y la de Edison.
- d. ¿Sabes qué es una patente de invención, y para qué sirve?
- e. Explica lo que has aprendido.
- f. Busca información sobre Davy, Swan, Edison y Siemens, y realiza un resumen de sus aportaciones a la electricidad.

#### 4. DESARROLLO DE LA LAMPARA INCANDESCENTE. COMENTARIO

A. La iluminación eléctrica vino a sustituir a los más antiguos sistemas de iluminación, tales como las teas, velas, candiles de aceite o petróleo, lámparas de gas, etc., todos ellos peligrosos por la posibilidad de producir incendios. De este modo, mediante la distribución eléctrica, permitió disponer de iluminación de forma rápida y segura en los hogares, posibilitó disponer de iluminación pública en calles y vías aún en las noches más oscuras y largas del año. Permitted en los vehículos, mediante una dinamo o alternador, disponer de señales de posición e iluminación nocturna. Además, se lograron fabricar lámparas con iluminaciones de una alta calidad de reproducción cromática. Todo ello supuso un cambio de costumbres en la sociedad.

B. Algunos filamentos tienen formas espirales porque la longitud del hilo del filamento es muy grande para adquirir la resistencia adecuada al voltaje aplicado. Recordando que  $R=\rho L/S$ ,  $I=V/R$ ,  $P=VI$ , para una sección dada la resistencia depende de la longitud y de la resistividad del material. Como el carbono tiene una mayor resistividad que los metales son necesarias longitudes más cortas del filamento para una sección dada.

C. Como se ha podido apreciar en la lectura aunque Sir Joseph Wilson Swan tuvo una larga y esforzada experiencia en relación a la investigación de las lámparas de incandescencia, Thomas Edison disponía de una compañía con unos importantes laboratorios que le permitieron realizar investigaciones del mismo tipo en menos tiempo. Además, Thomas Edison era más sistemático en realizar la patente del resultante de los descubrimientos en la investigación y el desarrollo de productos (I+D).

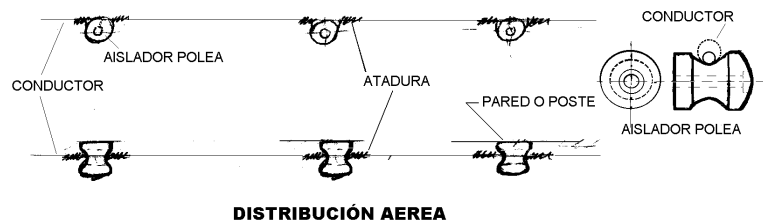
D. Una patente de invención, o propiedad industrial, es un documento en que oficialmente se otorga un conjunto de derechos que la ley concede al inventor, entendiéndose por tal al autor o creador de un objeto, producto o proceso novedoso y original, en el sentido de que no era conocido ni patentado en el Estado que la expide ni en el extranjero. La patente de invención reconoce el derecho exclusivo a fabricar, ejecutar, producir, utilizar o vender el objeto de la patente como explotación industrial y lucrativa, durante un periodo de tiempo, al final del cual prescribe. El reconocimiento de patentes se comenzó a desarrollar en el siglo XVIII en Estados Unidos, y existen convenios internacionales de reconocimiento de patentes.

## 6.8.5. DESARROLLO DE LAS LINEAS: INSTALACIÓN Y AISLADORES

Ha mediados del siglo XIX el telégrafo tuvo una gran expansión para las comunicaciones, desarrollándose en torno a él una industria de fabricación de materiales y montaje, que tuvo como consecuencia la investigación y desarrollo de materiales conductores y aislantes.

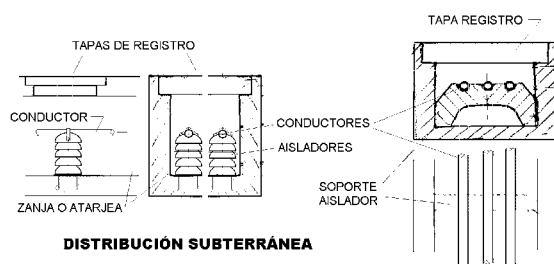
Como elementos de apoyo de las líneas telegráficas aéreas se utilizaban postes o paredes sobre los cuales se disponían elementos aisladores contruidos con porcelana o vidrio, materiales de gran resistencia mecánica y gran rigidez dieléctrica (capacidad de aislamiento). La porcelana se obtuvo en Inglaterra de forma industrial a finales del siglo XVIII mediante una mezcla de arcilla con cuarzo, que horneada a altas temperaturas formaba un material blanco y duro, para conseguir una superficie vidriada y lisa se horneaba cubriendo su superficie con barniz de feldespato, consiguiéndose diferentes colores con esmaltes. El vidrio se fabricaba a partir de la obsidiana, fundiendo la sílice ( $\text{SiO}_2$ ), moldeándola y dejándola enfriar.

El conductor de la línea se apoyaba sobre aisladores en forma de polea, fijándose a los mismos mediante ataduras, tal como se muestra en las figuras.

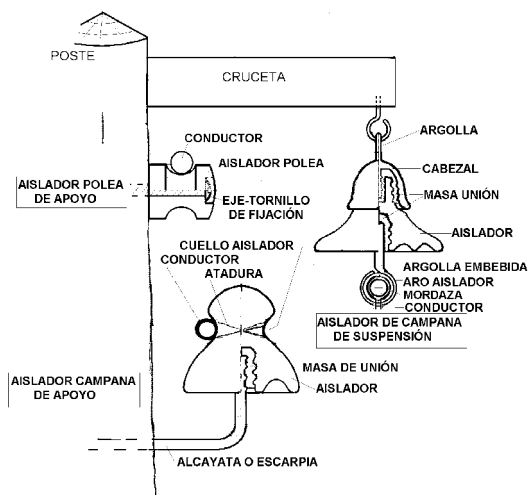


La utilización de la electricidad para iluminación y su comercialización no se llevo a cabo hasta finales del siglo XIX, cuando se desarrollo una lámpara de gran duración, fundándose las primeras compañías distribuidoras de electricidad en grandes ciudades, tales como la Societé Générale d'Electricité de Paris en 1875, la Edison Electric Light Company en 1880 en New York, Edison & Swan United Electric Light Company en 1883 en Londres. Las primeras instalaciones (en corriente continua) se realizaron con tendido aéreo sobre pared con conductores apoyados sobre aisladores de porcelana o vidrio, tal como las telegráficas, con cables aislados con fundas aislantes.

La peligrosidad de dichos tendidos por el deterioro de la funda aislante de los conductores (gutapercha, papel o tela impregnada en aceite), llevó a la fabricación de tendidos subterráneos realizados en zanjas o atarjeas, en las cuales se disponían aisladores de distintos materiales y formas, tal como se muestra en la figura,



discurriendo los conductores paralelos entre sí. Dichas atarjeas disponían a lo largo de su trazado de tapas de registro para realizar el montaje y las revisiones. Pero este tipo de instalación también tenía sus problemas, tales como la inundación por agua, etc.



El empleo de tracción eléctrica introducida por Siemens en 1890 para tranvías, y el empleo de tensiones más altas en la distribución supuso el desarrollo de nuevos tipos de apoyos, aisladores y cables. Para el tendido rural se emplearon postes con crucetas, elemento transversal al poste, sobre las cuales se disponían los aisladores fijados mediante herrajes, transcurriendo los conductores paralelos entre sí. Se diseñaron los aisladores de campana, de una o más piezas, como elementos de apoyo o suspensión por su capacidad de aislamiento en caso de lluvia. En los aisladores de

apoyo los conductores se fijaban mediante ataduras, mientras que en los de suspensión se realizaba mediante mordazas, tal como se muestra en la figura. El poste más común era de madera, pero también se fabricaron de tubo de hierro fundido y estructuras metálicas con perfiles remachados o atornillados. Para el tendido urbano, además de utilizarse la disposición anterior, se utilizaba la instalación enterrada bajo tubo metálico, en cuyo interior transcurría un cable aislado inundado en aceite. Con el descubrimiento de la vulcanización, con el que se obtenía goma de la gutapercha, se logró fabricar cables con un alto poder de aislamiento al disponer de varias capas protectoras, comenzándose así a enterrar directamente o protegida en el interior de tubos metálicos o de fibrocemento. En líneas de gran importancia bajo tubo se disponían arquetas de registro para realizar las operaciones de montaje y mantenimiento.

El descubrimiento e investigación de los polímeros (entre los cuales se encuentra la gutapercha, el látex, las resinas naturales y las lacas), a principios del siglo XX, y los procesos de polimeración, dio como resultado la fabricación de diversos materiales de esta naturaleza que tenían buenas propiedades mecánicas y eléctricas para ser utilizados para la construcción de aisladores, tales como las resinas sintéticas (resina epoxi), el teflón, el policloruro de vinilo (PVC), etc.

Realizar las siguientes actividades:

- a. Intenta explicar por qué la gutapercha (goma natural) o la tela impregnada pueden tener problemas como aislantes en un tendido aéreo.
- b. Intenta explicar por qué el mismo tipo de cables puede tener problemas en un tendido subterráneo, directamente enterrado o sobre aisladores.
- c. Intenta explicar por qué los aisladores de campana son más adecuados en líneas de alta tensión que los de polea.
- d. Señala algún otro tipo de aislador que conozcas por su forma o función.
- e. Intenta explicar la influencia de la sociedad sobre el desarrollo de los sistemas telegráficos y eléctricos, y las que estas ejercieron sobre la sociedad.
- f. Haz un breve resumen de lo que has aprendido.
- g. Realiza un breve trabajo sobre las aportaciones a la electricidad de Joseph Swan, Tomás Edison, Willian y Werner Siemens.

## 5. DESARROLLO DE LAS LINEAS: INSTALACIÓN Y AISLADORES. COMENTARIO

A. La gutapercha es una goma natural parecida a la goma de mascar, un material muy sensible a la temperatura (hace variar su flexibilidad y viscosidad) y a la degradación ambiental. Así mismo la tela impregnada (de gutapercha, aceites, barnices, etc.) es sensible a la humedad y el medio ambiente. Ambos materiales son muy degradables en el medio ambiente, lo cual no los hace materiales muy adecuados como aislantes de conductores de líneas aéreas.

B. Aunque no están expuestos a los agentes atmosféricos aéreos (sol, lluvia, etc.), siguen estando expuestos a la humedad ambiental y al medio biológico que hay en ellos. El deterioro de los aislantes puede suponer un contacto entre ellos o a través de tierra.

C. Los aisladores de campana producen un volumen de aislamiento seco entre el conductor o la superficie mojada y los herrajes de soporte fijados al poste. Lo cual los dota de una gran capacidad de aislamiento en caso de lluvia o de atmósferas sucias o contaminantes. En caso de una falla de aislamiento la descarga eléctrica transcurriría sobre la superficie del aislador y la línea base del aislador hasta el herraje, siendo la última la que da la capacidad de aislamiento en caso de depósito de sustancias conductoras sobre la superficie del aislador.

D. Por su función se pueden señalar los aisladores pasatapas y pasamuros, los aisladores de apoyo, suspensión y amarre, etc. La forma de los mismos va a depender de su disposición horizontal o vertical y del tipo de esfuerzos que soporten.

E. El telégrafo constituyó el primer medio técnico de envío de mensajes por medio de señales eléctricas transmitidas a través de cables eléctricos. Suponía un medio mucho más rápido y seguro que el envío de mensajes mediante palomas, mensajeros o señales luminosas o simbólicas. Su rápida expansión se debió a las necesidades de comunicación para: los medios de defensa y seguridad de los estados, la información de las cotizaciones en bolsa entre los diferentes mercados bursátiles, realización de negocios entre empresas y la comunicación de particulares.

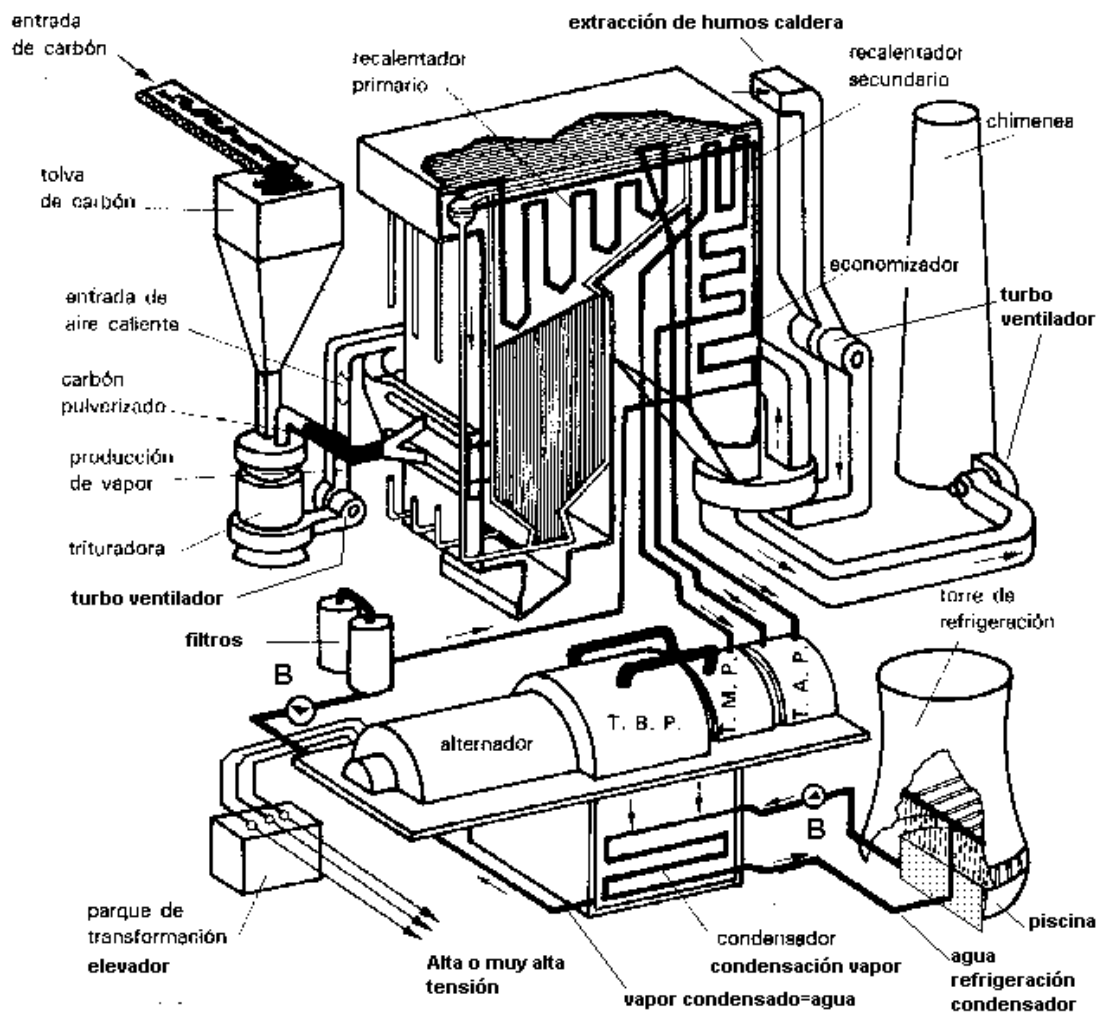
La distribución de energía eléctrica representaba la posibilidad de obtener energía de forma más limpia y barata para diversos usos, tales como la iluminación y la tracción mecánica para diferentes máquinas. Además representaba formas más seguras, limpias y cómodas que los métodos tradicionales de obtención de iluminación (lámparas de gas, petróleo, aceite o cera, etc.) o de tracción mecánica (máquinas de vapor de leña o carbón, motores de combustión interna, etc.).

Todo ello supuso la introducción de la electricidad en los hogares, fabricas e instituciones, lo que produjo cambios de métodos y costumbres que cambiaron profundamente la sociedad.

## 6. 8.6. CENTRAL TERMICA

En la figura se muestra una central generadora de energía eléctrica. Realiza las siguientes actividades:

- Indica de qué tipo es y analiza el proceso que sigue la energía primaria utilizada para obtener la energía eléctrica final.
- Indica todos los procesos, materias y energías intermedias que intervienen, así como los dispositivos que realizan esas transformaciones.
- Intenta explicar que repercusiones positivas y negativas tienen para el medio social y ambiental.



## 6. CENTRAL TERMICA. COMENTARIO

A. El proceso es el siguiente: El carbón entra por una cinta transportadora hasta una tolva, en el fondo de la cual hay un molinete para pulverizarlo. El polvo de carbón se mezcla con aire que insufla un turbo ventilador, de este modo es transportado a la caldera donde comienza su combustión para producir calor. Los gases producidos por la combustión a alta temperatura pasan a través de intercambiadores de calor (primarios y secundarios gas- agua) intercambiando el calor con agua que es recalentada.

Los humos de la caldera son extraídos por turboventiladores y pasados por filtros y separadores de partículas electrostáticos, y finalmente son expelidos a la atmósfera a través de una chimenea para que se dispersen a gran altura.

El agua recalentada se expande en las turbinas de alta, media y baja presión, transformándose en vapor, el cual impulsa el rotor de las turbinas al pasar por las palas de la misma. El eje de la turbina es solidario con el eje de un alternador de producción de energía eléctrica en corriente alterna de 5 a 15 kV, en un transformador es elevada la tensión hasta 60 o 132 kV para su transporte por las líneas de distribución.

En la salida de las turbinas existe un condensador de vapor, consistente en un intercambiador de agua- agua. De este modo el agua condensada es devuelta a la caldera previo filtrado y desmineralizado. El agua de refrigeración de las turbinas es enfriada de nuevo en una torre de refrigeración, consiste en una ducha de agua por la que circula el aire refrigerador en sentido contrario que circula por efecto de la diferencia de presiones atmosféricas en los extremos de la torre. El agua cae a una piscina desde donde se utiliza de nuevo, el aire refrigerador lleva un alto contenido en vapor de agua, por lo que son necesarias reposiciones de agua en este circuito.

B. Los procesos, energías, materiales y dispositivos que intervienen son los siguientes:

APARATO	MATERIAL ENTRANTE	Energía entrante	PROCESO	Energía saliente	MATERIAL SALIENTE
Caldera	Aire + carbón	Potencial Química	Combustión	Térmica	Gases combustión
Intercambiador calor gas - agua	Gases combustión + agua	Térmica	Intercambio de calor	Térmica y piezométrica	Agua recalentada Gases enfriados
Turbina	Agua recalentada (vapor)	Térmica y piezométrica	Expansión del vapor	Cinética	Agua enfriada Agua caliente
Condensador	Vapor enfriado + Agua refrigeración	Térmica	Condensación Del vapor	Térmica	Vapor condensador Agua caliente ref.
Torre refrigeración	Agua caliente refrigeración	Térmica	Enfriamiento agua refriger.	Térmica	Agua fría Aire humedecido
Alternador	-----	Cinética	Conversión eléctrica	Eléctrica	-----

C. Las repercusiones medioambientales que se pueden citar son:

Positivas: Producción de vapor de agua que humedece el ambiente.

Negativas: Producción de CO<sub>2</sub> en la combustión que aumenta el efecto invernadero, humos, cenizas y lluvia ácida si el contenido de azufre es alto en el carbón.

Las repercusiones sociales que se pueden citar son:

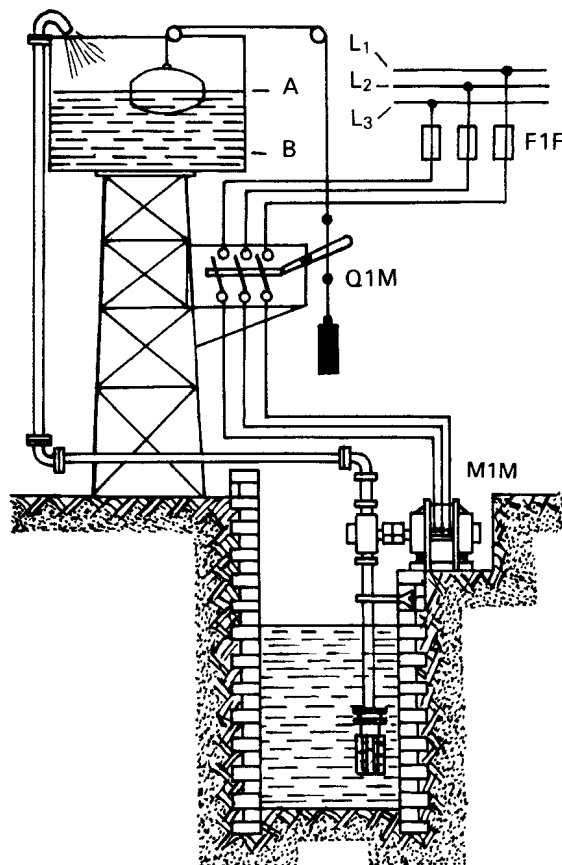
Beneficios sociales: Generación de energía eléctrica necesaria para diferentes usos sociales (hogar, industrias, etc.). Creación de puestos de trabajo en la minería, la central e industrias dependientes, así como beneficios económicos como rentas del trabajo, benefició industrial, activación del ciclo económico, etc.

Desventajas sociales: Contamina y modifica el ambiente.

### 6.8.7. DEPOSITO DE AGUA. SISTEMA ELÉCTRICO DE ABASTECIMIENTO

Algunos depósitos de agua potable de zonas urbanas y rurales, y para otros usos, tal como se muestra en la figura de forma sencilla, se llenan mediante bombas accionadas por motores eléctricos trifásicos, en el depósito existe una boya o flotador que indica el nivel. Realizar las siguientes actividades suponiendo un motor trifásico:

- Señalar los elementos más importante y describir como funcionaria el sistema de llenado automatizado.
- Realiza el diseño y dibujo del circuito de potencia y mando de un sistema automatizado.
- Explica como funciona el circuito diseñado.
- Realiza el montaje que has diseñado. Comprueba que funciona de acuerdo a las especificaciones dadas en el apartado c.
- ¿Se podría mejorar el control de llenado?, ¿indica cómo se podría realizar?
- ¿Qué implicaciones sociales tiene la existencia de estos depósitos?, ¿cómo se realiza el suministro?



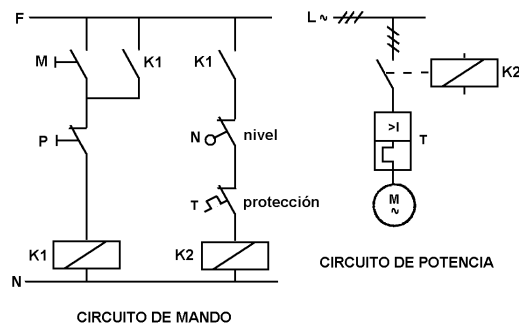


## 7. DEPOSITO DE AGUA. SISTEMA ELÉCTRICO DE ABASTECIMIENTO. COMENTARIO

Se trata de que los alumnos puedan comprender la utilidad de un sistema eléctrico en un sistema más amplio de gran repercusión social, expliquen su funcionamiento, realicen la descripción y el diseño del circuito de mando y potencia del circuito eléctrico, pongan en marcha un plan de ejecución y realicen su montaje.

A. Los elementos más importantes en el sistema mostrado en la figura son: el pozo de agua, en el cual está inmersa una tubería de aspiración de agua dotada en el extremo inferior de un filtro y una válvula antiretorno del fluido. El motor eléctrico acciona la bomba de agua que la impulsa a través de la tubería de abastecimiento a la parte superior del depósito en el cual es almacenada. El depósito está sustentado a una cierta altura por una estructura metálica o de hormigón, de tal modo que la energía potencial que posee el agua sirva para realizar el suministro a diferentes usuarios sin necesidad de la utilización de bombas. El depósito posee una boya o flotador que sirva para parar la bomba o ponerla en marcha al alcanzarse el nivel máximo o mínimo.

B. Un posible diseño sería el de la figura, que también se podría realizar con autómatas programables.



El circuito de potencia está compuesto por un motor trifásico M protegido por un interruptor automático magnetotérmico P, y comandado por el contactor K2. El circuito de control está compuesto por dos contactores, K1 y K2, un pulsador de marcha M y un pulsador de paro P. El contactor K1 tiene dos contactos, uno de enclavamiento y el otro de conexión del contactor K2. El contactor K2 está alimentado a través de un contacto auxiliar del contactor de enclavamiento K1, del interruptor de nivel N controlado por la bolla y del contacto auxiliar P del guardamotor.

C. Al accionar el pulsador de puesta en marcha M se acciona K1 que puente a M a través de un contacto de enclavamiento, a su vez cierra el circuito para alimentar al contacto K2, que se acciona si los contactos N y P del indicador de nivel o la protección del motor están cerrados.

D. Para el montaje se pone a disposición de los alumnos un conjunto de dos contactores, pulsadores e interruptores de simulación de nivel, una protección térmica o un interruptor automático y un motor trifásico, además del cable, herrajes y herramientas necesarias. El montaje se realiza atornillado sobre tablero. Una vez hecho el montaje los alumnos deben comprobar su funcionamiento, tal como describieron, y si realiza la función encomendada correctamente.

F. Introduciendo dos detectores de nivel, uno máximo para parar el motor y otro de mínima para ponerlo en marcha.

G. El suministro de agua potable es fundamental para la existencia humana. El sistema arriba descrito permite su suministro continuo de fluido por gravedad a través de tuberías a los usuarios.

## 6.8.8. PROTECCION CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

Las instalaciones en el hogar están realizadas mediante líneas de dos conductores, denominadas fase y neutro, más uno de protección que esta conectado a tierra, igual que el neutro. Cada línea se denomina circuito. Las cargas o máquinas se conectan entre la fase y el neutro y sus carcasas se conectan al conductor de protección.

Como las personas andamos sobre tierra se puede decir que estamos a potencial de tierra (a no ser que estemos aisladas de la misma) y, si no existen fallos de toma de tierra del neutro, estamos también al potencial del neutro. Puede suceder que una persona haga contacto de forma directa o indirecta con la fase de alimentación, en cuyo caso sufrirá una descarga eléctrica.



**Contacto directo:** Cuando una persona toca directamente un conductor o terminal desnudo o no aislado del circuito de fase y se ve sometido a su tensión.

**Contacto indirecto:** Cuando una persona, debido a una avería del aislamiento de fase en dispositivo eléctrico (p.e. rotura conductor, humedad, etc.), se ve sometido a través de la carcasa del dispositivo a la tensión de fase u otra menor, tal como se ve en la figura.

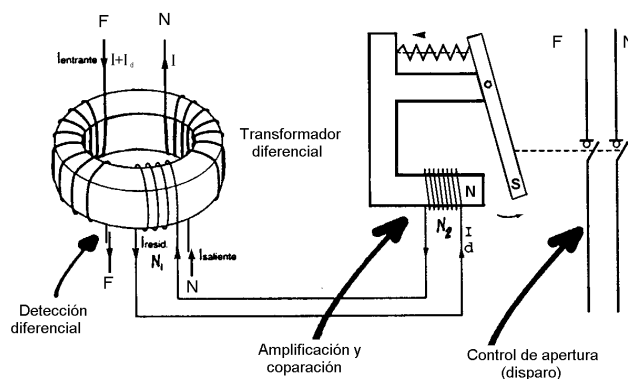
En ambos casos, de no mediar un aislamiento con tierra, la persona sufrirá una descarga eléctrica al circular corriente por su cuerpo, desde el punto de contacto a tensión hasta el punto de contacto con tierra. Por esta razón todas las instalaciones eléctricas deben poseer un interruptor automático electromagnético denominado diferencial, para protección de personas y máquinas, de modo que se disparan cuando existe una diferencia de corriente entre el conductor de fase y neutro, la corriente de fallo circulará por la fase y por el conductor de protección o tierra.

Sus características nominales son:

- Tensión nominal, normalmente 230 V.
- Intensidad nominal: depende de la potencia contratada o nominal de la instalación.
- Intensidad umbral diferencial: Intensidad de defecto que activa el dispositivo.

Realiza las siguientes actividades:

- Indica las partes de dicho dispositivo que se muestra en la figura y su función.
- Explica cómo funciona dicho dispositivo, basándote en la figura.
- ¿Para qué sirve este dispositivo?, ¿qué implicaciones sociales tiene?
- Mira en el cuadro de protecciones de tu casa las características nominales de este dispositivo, indica cómo está escrito y lo que significan.



Protección diferencial. Principio de funcionamiento con relé electromagnético

## 8. PROTECCION CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS. COMENTARIO

- A. Los elementos de que dispone el interruptor diferencial son:
- 1.. Transformador diferencial, con tres arrollamientos: neutro, fase y bobina secundaria. En el núcleo se restan los flujos producidas por las corrientes de ida y retorno de los conductores de fase y neutro. Dicha diferencia induce una tensión en la bobina secundaria.
  2. Un relé, o electroimán, que dispara el mecanismo de retención de apertura de contactos, cuya bobina esta conectada a la bobina secundaria del transformador diferencial.
  3. Mecanismo de apertura que abre los contactos que previamente han sido cerrados manualmente.
  4. Contactos principales del circuito protegido.
- B. El funcionamiento es el siguiente: Cuando las corrientes de ida y retorno de fase y neutro son suficientemente diferentes (por haber una derivación a tierra por contacto directo o indirecto del conductor de fase) la diferencia de flujos son suficientemente grandes en el transformador diferencial para que se produzca una tensión en la bobina secundaria que active el electroimán del mecanismo de apertura, abriéndose los contactos y, por tanto, cortándose la alimentación al circuito donde sucede el fallo.
- C. El interruptor diferencial sirve no sólo para proteger a personas contra contactos directos e indirectos en el hogar y los lugares de trabajo, con los cuales está sometido a corrientes circulatorias por su cuerpo, sino, también para proteger a dispositivos y sistemas eléctricos contra fallos de aislamiento que a la larga pueden provocar su deterioro irreversible (sobrecalentamientos, disfunciones, cortocircuitos, etc.). Entre otras implicaciones sociales que ha tenido ha sido la disminución de accidentes y muertes laborales por electrocución.
- D. Buscar las características p.e.: 40 A, 220 V, intensidad umbral diferencial  $I_{\Delta N} = 0,03 \text{ A}$ .

### 6.8.9. PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE UN TALLER METALURGICO

Realizar el proyecto de electrificación del taller metalúrgico, cuyo plano se adjunta, con los siguientes datos:

a. Tensiones utilizadas: Sistema trifásico 380 V, monofásica a 230 V.

b. Iluminación:

30 puntos de luz separados entre sí 6 m, y 3m respecto a las paredes, en hilera de 10 lámparas. Cada punto de luz está constituido por una lampara de vapor de mercurio de color corregido de 400 W/230V/cos $\alpha$ =0'8.

El sistema de alumbrado es directo, como más adecuado para locales industriales de gran altura (>10 m), con luminaria intensiva (ángulo máximo flujo luminoso 30°) con reflector de aluminio anodizado.

c. Máquinas:

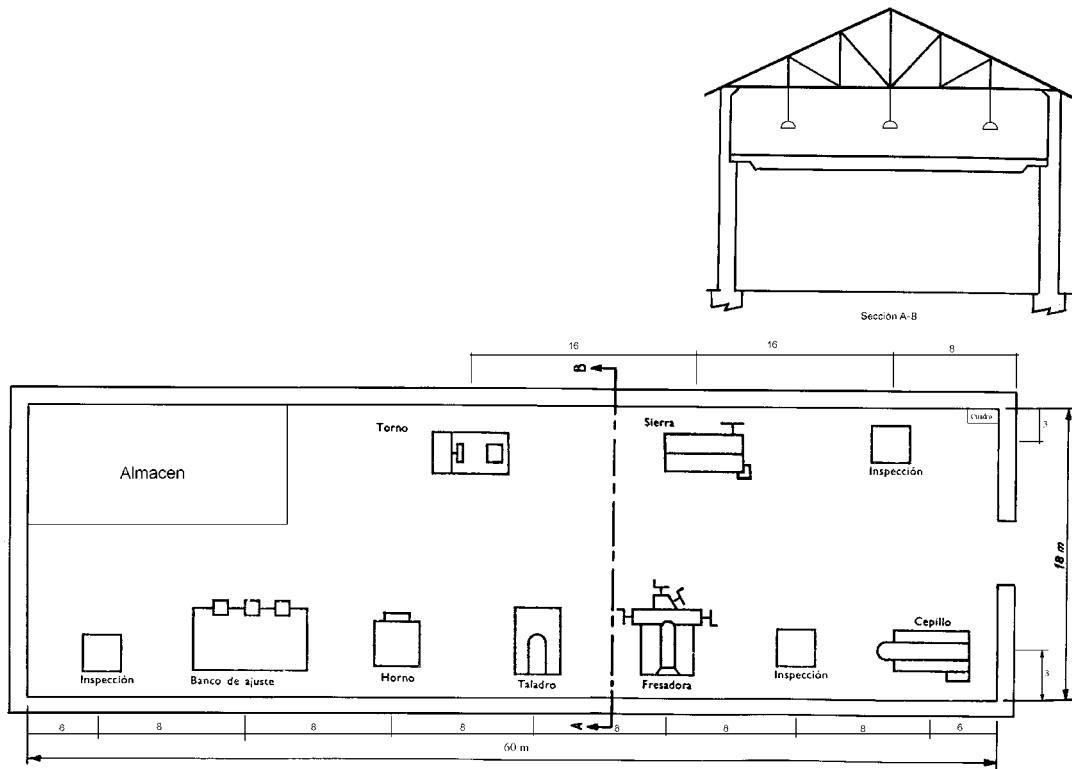
Las máquinas son trifásicas, 380 V, separadas entre sí las distancias indicadas en el plano. Los consumos son los siguientes:

Torno	1 kW, cos $\alpha$ =0'9
Sierra	3 kW, cos $\alpha$ =0'85
Cepilladora	3 kW, cos $\alpha$ =0'84
Fresadora	3 kW, cos $\alpha$ =0'0'95
Taladro	1 kW, cos $\alpha$ =0'88
Horno	10 kW, cos $\alpha$ =0'9
Banco de ajuste	2 kW, cos $\alpha$ =0'82
Puente grúa	10 kW, cos $\alpha$ =0'9 (no se calcula su instalación)

La instalación eléctrica se realizará bajo tubo rígido de PVC curvable en caliente, grapeado sobre pared, con conductores de cobre unipolares aislados con PVC.

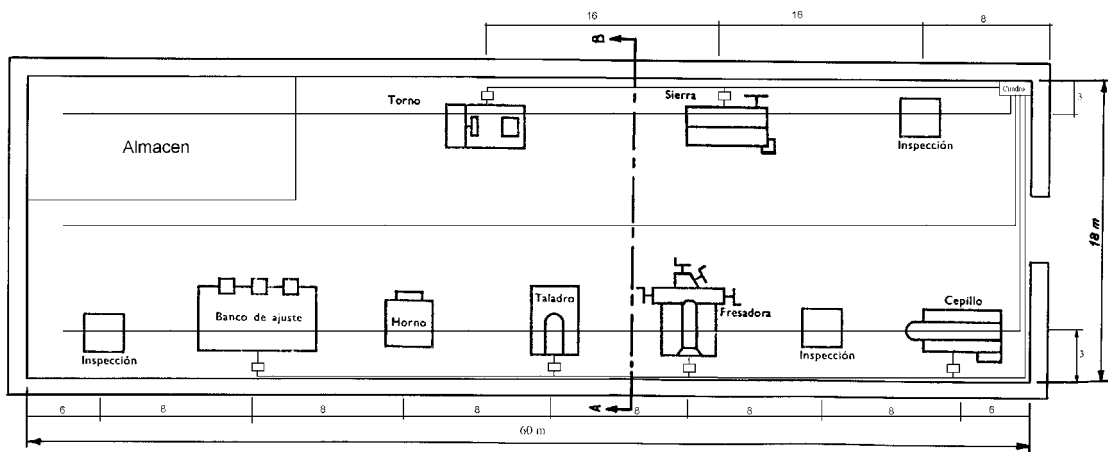
El cuadro general de mando y protección está situado según se indica en el plano. El suministro eléctrico de iluminación se realizará mediante tres líneas con los correspondientes elementos de mando y protección. Las máquinas se alimentarán a través de sendas líneas que discurren a ambos lados del taller y que poseerán, así mismo, los correspondientes elementos de mando y protección.

Plano de planta y perfil:



Plano de situación de líneas:

- SÍMBOLOS
- Cuadro general de distribución y protección
  - Cuadro protección máquinas (E.A.+I.D.)
  - Líneas de distribución según se indica



## 9. PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE UN TALLER METALURGICO. COMENTARIO

Se intenta que los alumnos apliquen los conocimientos adquiridos sobre sistemas eléctricos de distribución y alimentación con energía eléctrica, métodos de protección de líneas, máquinas y personas, métodos de instalación de sistemas eléctricos, y determinación de secciones necesarias de los conductores de las líneas por diferentes métodos

Además, se trata de que con los sistemas existentes de instalación, las recomendaciones de la compañía distribuidora y la reglamentación vigente busquen una solución al problema planteado, realicen su diseño, descripción, cálculos pertinentes, determinen los costes y los impactos ambientales de las obras a realizar. Por último deben realizar la presentación de la solución adoptada en una memoria con los planos que sean pertinentes.

## **6.8.10. ACTIVIDADES EXTRAESCOLARES EN EL ENTORNO SOCIAL**

10.1. Realizar una visita a una central de generación eléctrica, tal como una central hidráulica, térmica o nuclear.

10.2. Realizar una visita a un parque de generación de energía eléctrica de tipo eólico.

10.3. Realizar una visita a una fábrica de aparallaje eléctrico en donde se pueda observar los distintos elementos y el proceso de ensamblaje de pequeño material eléctrico.

10.4. Realizar una visita a una fábrica de montaje de motores eléctricos donde los alumnos puedan observar la fabricación de los distintos elementos, ensamblaje y prueba del conjunto.

10.5. Realizar una visita a una fábrica de transformadores donde los alumnos puedan observar la fabricación y montaje de los elementos y la prueba final del conjunto.

10.6. Realizar una visita a una parte de la red eléctrica de distribución de energía eléctrica en media y baja tensión para observar los elementos de apoyo, aislamiento y sustentación, así como el aparallaje utilizado.

### **10. ACTIVIDADES EXTRAESCOLARES EN EL ENTORNO SOCIAL COMENTARIO:**

Se trata de actividades de relación de los alumnos con el entorno social, especialmente oportunos cuando los objetivos de los contenidos que se imparten coinciden, aunque sea parcialmente, con los objetivos de las visitas o estancias, en las que los alumnos pueden conectar lo que ya saben con lo que van a ver y les va a ser explicado o descrito.

## **CAPITULO 7**

### **PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA SEGUNDA HIPOTESIS**





## **7. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA SEGUNDA HIPÓTESIS**

### **7.1. INTRODUCCIÓN**

De acuerdo a nuestra segunda hipótesis es posible un tratamiento didáctico de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente que, teniendo en cuenta las ideas alternativas de los alumnos, aumente su interés y mejore sus actitudes hacia el estudio y aprendizaje de las ciencias experimentales (electromagnetismo) y las tecnologías asociadas (electrotécnicas), y proporcione una imagen más contextualizada y completa, menos distorsionada de las mismas.

La contrastación de esta hipótesis la realizamos por medio de un conjunto de diseños convergentes elaborados a partir de las subhipótesis operativas derivadas que se podían emitir a partir de la misma, subhipótesis y diseños que expusimos en el capítulo anterior.

Las realización de actividades CTS en grupo experimental fueron llevadas a cabo por varios cursos pertenecientes a los ciclos superiores de Formación Profesional del antiguo y nuevo sistema, todos ellos de especialidades relacionadas con las ciencias físicas (electromagnetismo) y las tecnologías asociadas (electrotécnicas).

En éste capítulo vamos a presentar y analizar los resultados obtenidos mediante la aplicación de los diferentes métodos del diseño experimental tratados en el capítulo anterior: actividades diseñadas según la metodología expuesta, los cambios concepciones sobre las relaciones entre ciencia tecnología y sociedad mediante la comparación de resultados obtenidos en el cuestionario I y II de los alumnos en los grupos de control y experimental, que muestra la mejora de concepciones del grupo experimental. También expondremos los cambios de actitudes e intereses de los

alumnos sobre los procesos de enseñanza –aprendizaje mediante la comparación de los resultados obtenidos en el cuestionario III de alumnos, así como sus opiniones sobre las actividades CTS realizadas. Finalmente expondremos la valoración mostrada por algunos profesores de la misma modalidad por la novedad que representa este tipo de actividades CTS.

## **7.2. RESULTADOS OBTENIDOS REFERENTES A QUE ES POSIBLE EL DISEÑO Y ELABORACIÓN DE ACTIVIDADES CTS SIGUIENDO UNA METODOLOGÍA CONSTRUCTIVISTA**

La primera subhipótesis hacía referencia a que es posible el diseño y elaboración de materiales para actividades CTS siguiendo una metodología constructivista, resultado de la cual ha sido confeccionado un conjunto de actividades para la enseñanza de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y naturaleza, correspondiente al primer y segundo curso de los Ciclos Superiores de Formación Profesional, relacionadas con diversos contenidos que aparecen en la programación del currículum. En la elaboración de las actividades se han tenido presentes los principios didácticos y metodológicos expuestos en los dos capítulos anteriores.

Cada actividad está formada por un conjunto correlativo de tareas que los alumnos deben realizar, algunas de ellas pueden ser obviadas a criterio del profesor. Además se realiza un comentario de cada uno de las actividades, en la que se da la solución de las tareas de tipo cuantitativo y cualitativo que se plantean, para guía del profesor. Además, se presenta para cada una de las actividades, las valoraciones realizadas por los alumnos en relación a lo que han aprendido y les ha parecido más interesante al llevarla a cabo, como parte del diseño experimental de la tercera subhipótesis (métodos 3 y 4).

En el capítulo anterior y en el Anexo II de este trabajo de investigación se muestra un conjunto de actividades CTS elaboradas para diferentes especialidades de Formación Profesional relacionadas con las ciencias y las tecnologías electrotécnicas: especialistas en máquinas eléctricas, líneas eléctricas y montaje y mantenimiento de instalaciones eléctricas.

### **7.3. RESULTADOS OBTENIDOS REFERENTES A QUE ES POSIBLE LA MEJORA DE LAS IDEAS DE LOS ALUMNOS SOBRE LA CONTEXTUALIZACIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA . COMPARACIÓN DE RESULTADOS ENTRE EL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL CON RELACIÓN A CONCEPCIONES CTS**

La segunda subhipótesis hacía referencia a que era posible una mejora de concepciones de los estudiantes sobre las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad mediante la realización de actividades CTS diseñadas como se mostró en el capítulo anterior. A continuación exponemos en primer lugar las similitudes o diferencias encontradas en dichas concepciones mediante el análisis y comparación de los resultados del cuestionario I de alumnos, sobre las relaciones CTS y en segundo lugar sobre el origen que los estudiantes creen tener sobre esas concepciones mediante el cuestionario II.

Los cuestionarios en el grupo experimental fueron pasados a distintos grupos al final del curso en el que se utilizaron y trataron actividades de relación entre ciencia, tecnología, sociedad y naturaleza. El grupo de control es un grupo en el que sin haber realizados esas actividades sirve como elemento de referencia respecto al cual se pueden establecer los efectos conseguidos.

Para medir las similitudes o diferencias existentes entre las distribuciones de frecuencia de las categorías de clasificación en cada una de las cuestiones (o en sus valores medios), en las contestaciones de ambos grupos de alumnos, realizamos, primero la prueba t-Student para comprobar si en cada categoría existen parecidos o semejanzas significativas en sus medias, dando el coeficiente  $\beta$  de probabilidad, este coeficiente se expondrá en cada ítem. Hay que señalar que el análisis por categorías (variable multidimensional) es más rico en información que el dicotómico (contestaciones correctas e incorrectas), y más complejo, cuyos valores variarán con el tratamiento (aumento, disminución o invariable). Por eso consideramos que es mucho más significativo en lo que concierne a las diferencias la realización de la prueba Chi-cuadrado de Pearson que permite comprobar si la distribución de medias en conjunto

tienen parecidos o semejanzas significativas en cada cuestión, dando el coeficiente probabilístico  $\beta$ .

### 7.3.1. Comparación de resultados del Cuestionario I, concepciones CTS.

Trata sobre las diferencias entre concepciones sobre las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente que existen entre los alumnos del grupo de control y experimental, en el que se obtienen además resultados actitudinales en relación a su enseñanza y aprendizaje.

El grupo experimental lo constituyen 70 alumnos y el grupo de control 51, debido a lo pequeño de los grupos y al limitado número de centros que imparten la especialidad.

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

#### Resultados I-1:

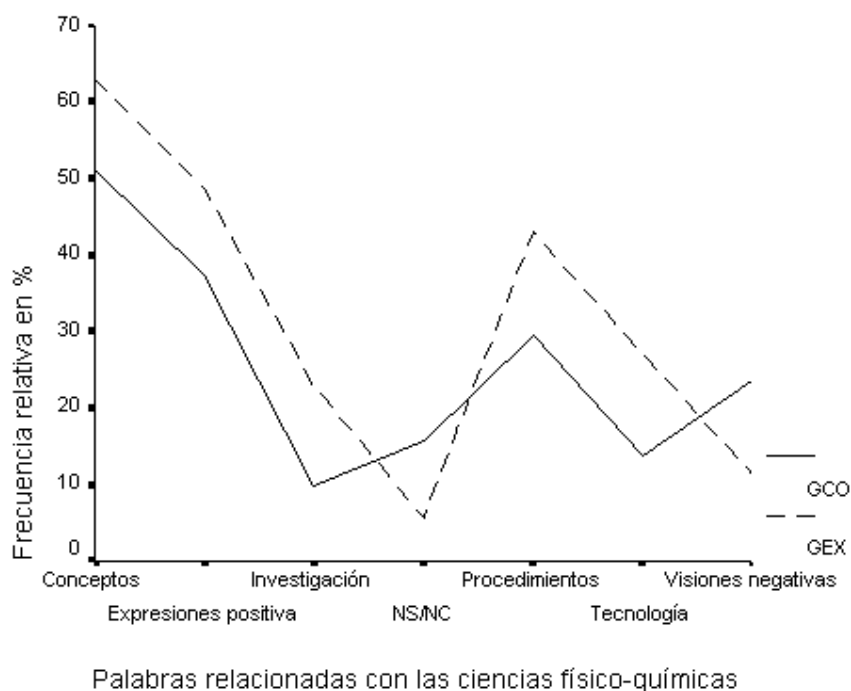
Las frecuencias relativas en % de cada uno de los grupos de clasificación es la siguiente ( $N_C=51$ ,  $N_E= 70$ ):

	Conceptos	Procedimientos	Expresiones positivas	Tecnología	Investigación	Visiones negativas	NS/NC
GC	51	29.4	37.3	13.7	9.8	23.5	15.7
GE	62.9	42.9	48.6	27.1	22.9	11.4	5.7
$\beta$	0.19	0.12	0.21	0.06	0.05	0.09	0.09

#### Comentario I-1

El coeficiente Chi-dos de la distribución es  $\beta=0'001$ . Las diferencias más significativas que se observan son que en el grupo experimental es mayor el número de respuestas que se relacionan con conceptos de la ciencia (62.9 frente al 51%), con los

procedimientos (43.9% frente a 29'4%) y con la investigación (22'9% frente a 9'8%). También es mayor la relación de la ciencia con la tecnología (27'1% frente a 13'7%) en el grupo experimental. En el grupo experimental son menores las visiones negativas de la ciencia y su aprendizaje (11'4% frente al 23'5%), diferencias que se analizaran en la cuestión I-3. Así mismo, las expresiones positivas son mayores en el grupo experimental (48.6% frente al 37'3%). El número de alumnos que no sabe o no contesta es menor en el grupo experimental (5.7% frente al 15'7%). Vemos que en el grupo experimental las consideraciones positivas hacia la ciencia son mayores y disminuyen las visiones negativas.



Podemos sacar la conclusión, que confirma nuestra hipótesis, de que en el grupo experimental los alumnos contestan más, son mayores las palabras relacionadas con distintas dimensiones de la ciencia: conceptos, procedimientos, investigación y tecnología. Así mismo en el grupo experimental son mayores las expresiones positivas en relación a la ciencia que denotan actitudes positivas y son menores las visiones negativas mayoritariamente relacionadas con los procesos de su aprendizaje.

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

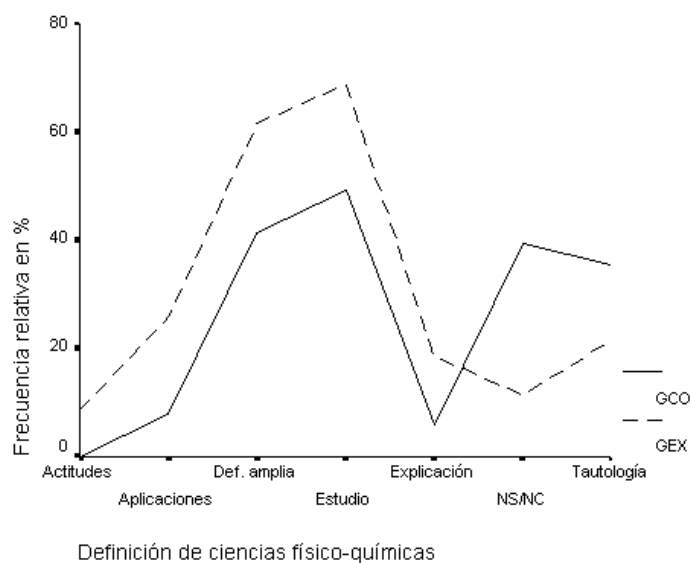
**Resultado 1-2**

Las frecuencias relativas en % obtenidas en las contestaciones a cada grupo de clasificación han sido ( $N_C=51$ ,  $N_E=70$ ):

	NS/NC	Estudio	Explicación	Tautología	Def. amplia	Aplicaciones	Actitudes
GC	39.2	49.0	5.9	35.3	41.2	7.8	0.0
GE	11.4	68.6	18.6	21.4	61.4	25.7	8.6
$\beta$	0.00	0.03	0.03	0.10	0.03	0.01	0.01

**Comentario I-2**

El coeficiente Chi-dos de la distribución es  $\beta= 0'001$ . Las diferencias más significativas son que en el grupo experimental disminuye el número de alumnos que no saben o no contestan (11'4% frente al 39'2%), aumenta la consideración de la ciencia como estudio en diferentes dimensiones de la misma (68'6% frente al 49%), aumenta la consideración de la ciencia como explicación (18'6% frente al 5'9%), aumentan las definiciones amplias de la ciencia (61'4% frente al 41'2%), aumentan las expresiones positivas hacia la ciencia (8'6% frente al 0%), así como la consideración de las aplicaciones de la misma (25'7% frente a un 7'8%). Las definiciones en las que se realiza una tautologías son menores en el grupo experimental (21'4% frente al 35'3%).



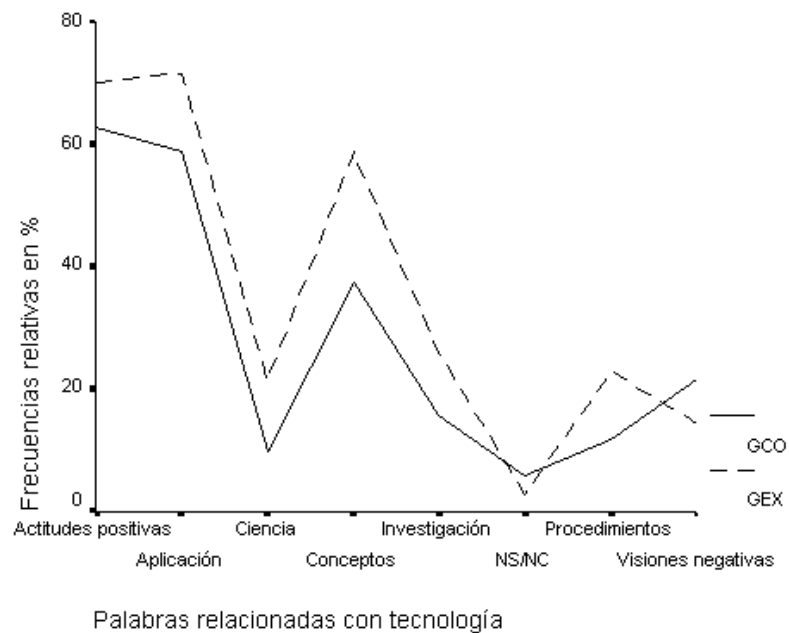
En el grupo experimental aumenta el número de alumnos que saben hacer una definición amplia de la ciencia, la consideran estudio, explicaciones de los fenómenos físicos y utilizan más expresiones positivas que denotan actitudes positivas hacia la ciencia, lo cual está de acuerdo con nuestras hipótesis.

**Cuestión I-3.** Escribe cinco palabras que expresen para ti lo que es la tecnología.

**Resultado I-3**

Las frecuencias relativas en % en los grupos de clasificación han sido ( $N_C=51$ ,  $N_E= 70$ ):

	Conceptos	Procedimientos	Actitudes positivas	Aplicación	Investigación	Ciencia	Visiones negativas	NS/NC
GC	37.3	11.8	62.7	58.8	15.7	9.8	21.5	5.9
GE	58.6	22.9	70.0	71.4	25.7	21.4	14.4	2.9
$\beta$	0.02	0.10	0.40	0.15	0.17	0.07	0.24	0.44



**Comentario I-3**



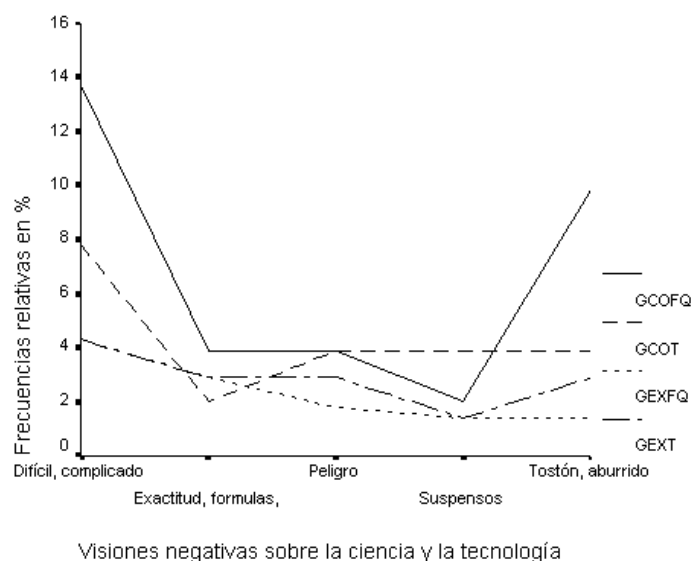
El coeficiente Chi-dos de la distribución es  $\beta = 0'001$ . Las diferencias más significativas son que en el grupo experimental es mayor el número de palabras relacionadas con conceptos de la tecnología (58'6% frente al 37'3%), sus procedimientos (22'9% frente al 11'8%), aplicaciones (62'71'4% frente al 58'8%) y la consideración de la ciencia en la tecnología (21'4% frente al 9'8%).

En el grupo experimental son también mayores los conceptos relacionados con investigación (25'7% frente al 15'7%), las palabras o expresiones positivas (70% frente al 62'7%), términos muy relacionados según la tabla de contingencias. Además las palabras que denotan visiones negativas de la tecnología son menores en el grupo experimental (14'4% frente al 21'5%). En el grupo experimental es menor la tasa de alumnos que no saben o no contestan (2'9% frente al 5'9%).

### 7.3.1.A. Visiones negativas sobre las Ciencias físico –químicas y las tecnologías asociadas (Cuestiones I-1, I-3)

Ya comentamos en la cuestión I-1 que realizaríamos aquí un análisis de las visiones negativas sobre la ciencias físico- químicas (I-1) y las tecnologías (I-3). Exponemos la clasificación y frecuencia relativa en % en la tabla adjunta, en la que se puede establecer una comparación entre ambos grupos ( $N_C=51$ ,  $N_E=70$ ). Recordemos que esas visiones negativas eran: Palabras como suspensos o intransigente, difícil o complicado, aburrido o tostón, peligro, o cuando aparecen solas palabras como fórmulas, calculadora, exacto, etc.

	Visiones negativas	Total	Tostón, aburrido	Difícil, complicado	Exactitud, formulas, calculadora	Suspensos	Peligro
GC	Física- Química	23.5	9.8	13.7	3.9	2.0	3.9
GE	Física- Química	11.4	1.4	4.3	2.9	1.4	1.8
GC	Tecnología	21.5	3.9	7.8	2.0	3.9	3.9
GE	Tecnología	14.4	2.9	4.3	2.9	1.4	2.9



### Comentario a I-1 y I-3

Los coeficientes Chi-dos de las distribuciones son: entre las ciencias físico-químicas ( $\beta=0'001$ ), entre las tecnologías ( $\beta=0'001$ ). En el grupo experimental las expresiones negativas son menores, tanto en relación al aprendizaje (la consideración de tostón o aburrida, la visión de dificultad o de sus procedimientos matemáticos) como a la consideración de los peligros que pueden entrañar las aplicaciones de las ciencias físico-químicas y sus tecnologías asociadas, tanto a nivel global (11'4,14'4% frente al 23'5%-21'5%), como en cada uno de las categorías consideradas. En efecto, la consideración de tostón o aburrida es 1'4%-2'9% frente al 9'8%-3'9% en el grupo de control, la de difícil o complicado es 4'3%-4'3% frente al 13'7%-7'8% del grupo de control, la de exactitud, formulas y calculadora es 2'9%-2'9% frente al 3'9%-2'0% del grupo de control, la de suspensos es 1'4%-1'4% frente al 2'0%-3'9% del grupo de control.

Resultados que confirman nuestra hipótesis, los alumnos experimentales poseen menos visones negativas sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias físico- químicas y las tecnologías asociadas, así como los peligros que estas pueden entrañar.

**Cuestión I-4:** Define según tu criterio lo qué es la tecnología.

#### **Resultados 1-4**

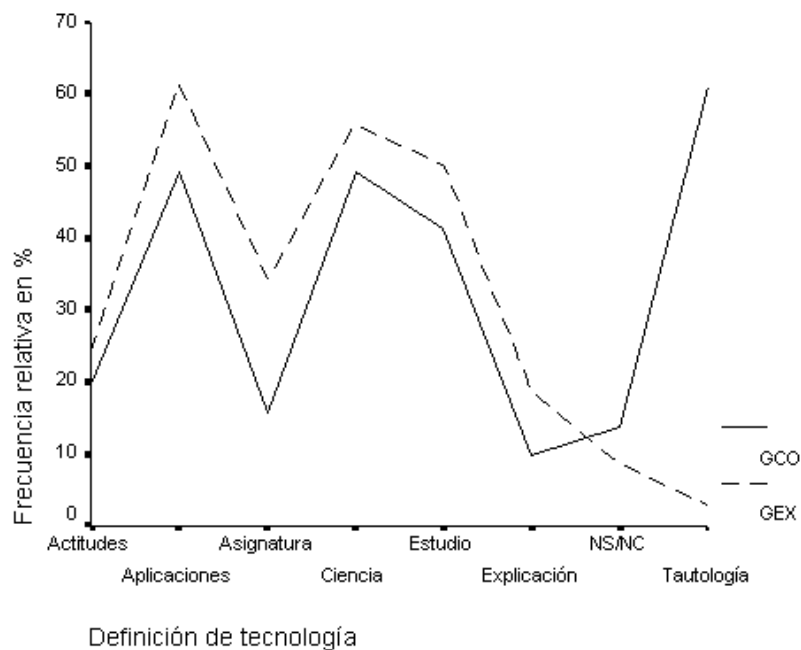
La frecuencia relativa en % de las contestaciones que incluyen alguno de los grupos de clasificación es ( $N_C=51$ ,  $N_E=70$ ):

	NS/NC	Tautología	Estudio	Asignatura	Explicación	Ciencia	Aplicaciones	Actitudes
GC	13.7	60.8	41.2	15.7	9.8	49.0	49.0	19.6
GE	8.6	2.9	50.0	34.3	18.6	55.7	61.4	24.3
$\beta$	0.39	0.001	0.34	0.02	0.16	0.47	0.18	0.54

#### **Comentario I-4**

El coeficiente Chi-dos de la distribución es  $\beta=0'001$ . En el grupo experimental aumenta la consideración de la tecnología como asignatura (34.3% frente al 15'7%), como estudio (50% frente a 41'2%), de explicación (18'6% frente al 9'8%), su dimensión científica (55'7% frente al 49%) y su aplicabilidad o aplicaciones (61'4% frente al 49%). En el grupo experimental disminuyen las tautologías (60'8 frente a 2'9%) y el número de los alumnos que no saben o no contestan (8'6% frente al 13'7%). En la figura siguiente se muestra gráficamente los resultados obtenidos.

En el grupo experimental se define mejor y más ampliamente la tecnología, se considera más que en el grupo de control (con diferencias superiores al 21%): una asignatura, estudio y búsqueda de explicaciones. Además considera en mayor grado la aplicabilidad de la tecnología, su dimensión científica y aumentan las expresiones positivas que denotan actitudes positivas hacia la misma. Todo ello está de acuerdo con nuestra hipótesis.



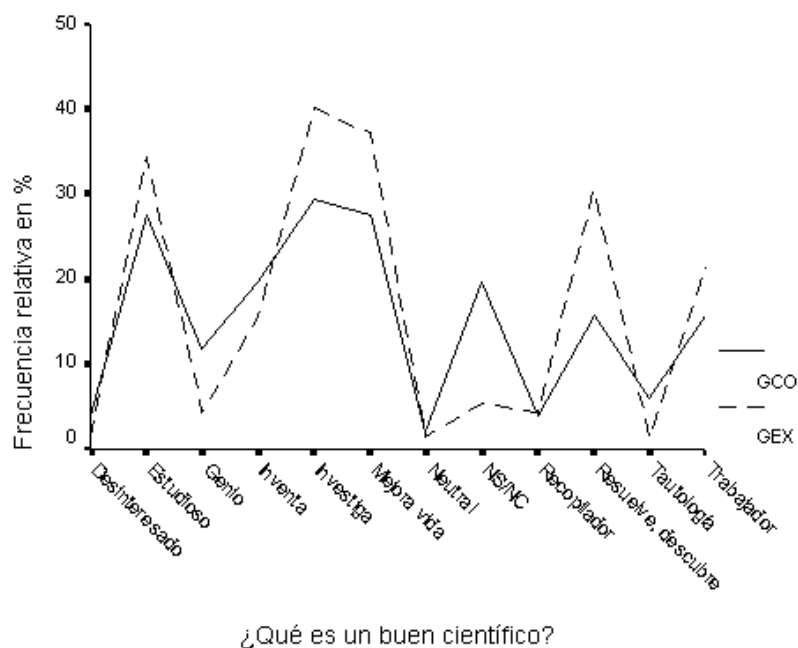
**Cuestión I-5:** Explica brevemente lo qué es para ti un buen científico o científica.

### Resultado I-5

La frecuencia relativa en % de los grupos de clasificación de las respuestas es la que se muestra ( $N_C=51$ ,  $N_E=70$ ):

	NS/NC	Resuelve, descubre	Investiga	Mejora vida	Inventa	Estudioso
GC	19.6	15.7	29.4	27.5	19.6	27.5
GE	5.4	30.4	40.0	37.1	15.7	34.3
$\beta$	0.02	0.05	0.22	0.26	0.58	0.42
	<b>Genio</b>	<b>Recopilador</b>	<b>Neutral</b>	<b>Desinteresado</b>	<b>Trabajador</b>	<b>Tautología</b>
GC	11.8	3.9 / 3.9	2.0	3.9	15.7	5.9
GE	4.3	4.3 / 0.0	1.4	1.4	21.4	1.4
$\beta$	0.15	0.91	0.80	0.41	0.42	0.21

## Comentario I-5



El coeficiente Chi-dos de la distribución es  $\beta=0'001$ . Las diferencias más significativas son que en el grupo experimental aumentan los conceptos relacionados con resolver problemas o descubrir (30'4% frente a 15'7%), con investigación (40'0% frente a 29'4%), con mejora la vida (37'1% frente al 27'5%), con estudioso (34'3% frente a 27'5%), recopilador de datos (4'3% frente al 3'9%, en el grupo experimental relacionado en un 100% con alguna actividad o resultado de la ciencia, 0% en el grupo de control). En el grupo experimental son mayores las concepciones del científico como trabajador (21'4% frente a 15'7%). Así mismo, en el grupo experimental disminuye el número de alumnos que no saben o no contestan (5'4% frente a 19'6%), los conceptos relacionados con genio (4'3% frente a 11'8%), neutral (1'4% frente a 2%), desinteresado (1'4 frente a 3'9%), recopilador de datos de tipo empirista (0% frente al 3'9%) y las tautologías (1'4% frente al 5'9%).

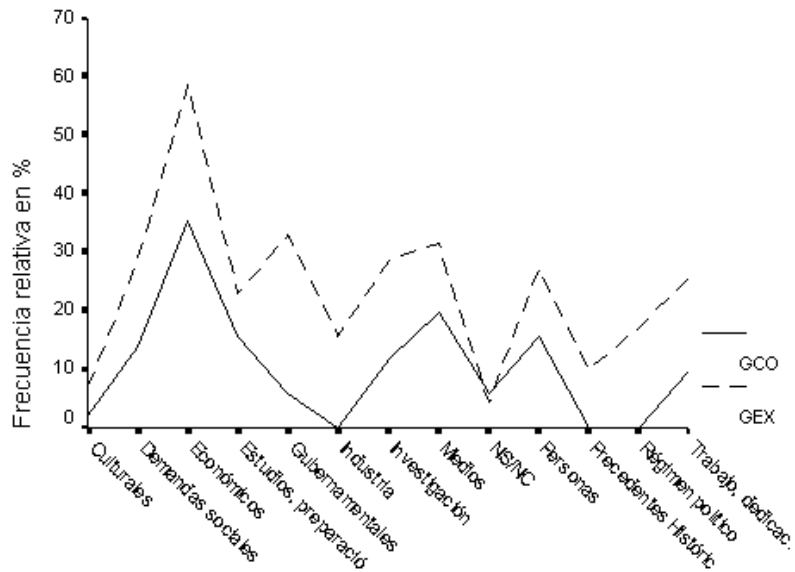
Lo anterior confirma nuestra hipótesis, en el grupo experimental disminuyen las concepciones erróneas en relación a los científicos y científicas (inventor, genio, neutral, desinteresado, recopilador de datos en sí y por sí), aumentando la consideración del distinto tipo de tareas o trabajos que realizan: estudiar, trabajar, investigar, recoger o recopilar datos asociados a las tareas que realiza, descubrir, resolver problemas, mejorar la vida, etc.

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

**Respuesta I-6**

La frecuencia relativa en % de cada grupo de clasificación son las siguientes (N<sub>C</sub>=51, N<sub>E</sub>=70):

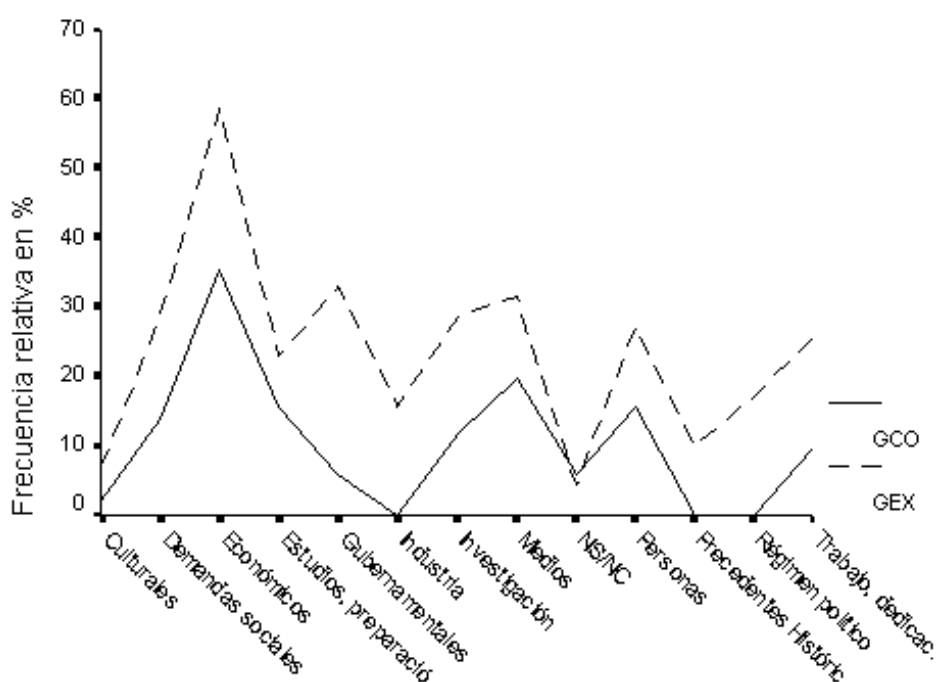
	NS/NC	Económicos	Gubernamentales	Demandas sociales	Investigación	Industria	Culturales
GC	5.9	35.3	5.9	13.7	11.8	0.0	2.0
GE	4.3	58.6	32.9	28.6	28.6	15.7	7.1
β	0.70	0.01	0.00	0.04	0.02	0.00	0.16
	Régimen político	Estudios, preparación	Medios	Históricos	Trabajo, dedicación	Personas	
GC	0.0	15.6	19.6	0.0	9.8	15.7	
GE	17.1	22.9	31.4	10.0	25.7	27.1	
β	0.00	0.31	0.14	0.01	0.02	0.12	



Influencias sociedad en desarrollo de la ciencia y la tecnología

## Comentario I-6

El coeficiente Chi-dos de la distribución es  $\beta=0'001$ . Las diferencias más significativas son que en el grupo experimental es mayor el número de alumnos que mencionan los factores económicos (58'6% frente a 35'3%), gubernamentales (32'9% frente a 5'9%), las demandas sociales (28'6% frente a 13'7%), la investigación (28'6% frente a 11'8%), la industria (15'7% frente a 0'0%), los culturales (7'1% frente a 2'0%), el régimen político (17'1% frente a 0'0%), los estudios y la preparación (22'9% frente a 15'6%), los precedentes históricos (10% frente a 0'0%), el trabajo y la dedicación (25'7% frente a 9'8%) y las personas que se dedican a ello (27'1% frente a 15'7%).



Influencias sociedad en desarrollo de la ciencia y la tecnología

En el grupo experimental es menor el número de alumnos que nos saben o no contestan (4'3% frente al 5'9%).

El grupo experimental considera, de acuerdo con nuestra hipótesis, mucho más los factores sociales e individuales de influencia sobre el desarrollo de la ciencia y la tecnología: los económicos, los gubernamentales, las demandas sociales, la investigación, la industria, los culturales, el régimen político, los estudios y la preparación, los medios, los precedentes históricos en su desarrollo las personas y el trabajo y la dedicación.

**Cuestión I-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.

### Resultados I-7

A continuación se muestran dos tablas, la primera se refiere al número de contestaciones que hacen mención a hechos, personajes o situaciones que han influido en la evolución y desarrollo de la ciencia y la tecnología, la segunda hace referencia a las frecuencias relativas de distintos grupos de contestaciones.

Frecuencia relativa en % de mención de una o más situaciones, hechos o personajes ( $N_C=51$ ,  $N_E= 70$ ):

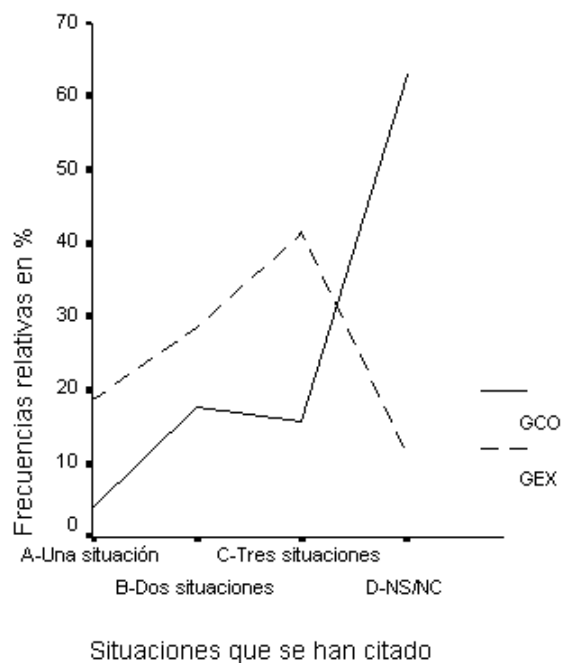
<b>Hacen mención a:</b>	<b>GC %</b>	<b>GE %</b>	<b><math>\beta</math></b>
Un hecho o situación	3.9	18.6	0.01
Dos hechos o situaciones	17.6	28.6	0.15
Tres hechos o situaciones	15.7	41.4	0.00
NS/NC	62.8	11.4	0.00

### Comentario I-7.1

El coeficiente Chi-dos de las distribuciones es  $\beta=0^{\circ}0$ . Los alumnos del grupo experimental citan más influencias sociales en la historia de la ciencia y la tecnología que han influido sobre su desarrollo: así citan una (18'6% frente a 3'9%), citan dos (28'6% frente a 17'6%), citan tres (41'4% frente a 15'7%).

En el grupo experimental se mencionan más las tres situaciones, que se les ha pedido que citen, sobre como han influido en el desarrollo de la ciencia y la tecnología en la historia de la humanidad distintas situaciones políticas, económicas, comerciales, revoluciones científicas y conflictos sociales, etc., 41'1% frente al 15'7%.





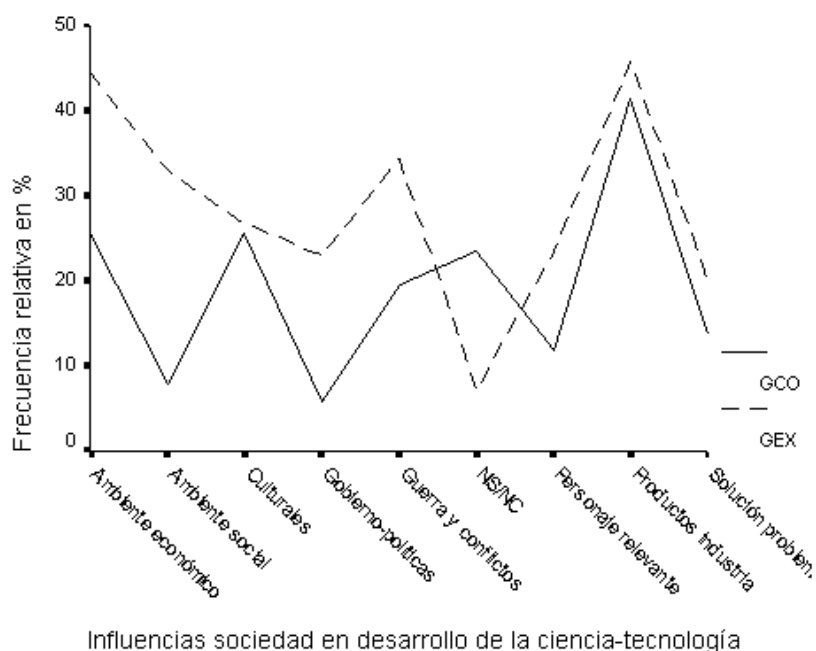
### Resultados 1.7.2.

Grupos de clasificación	GC %	GE %	$\beta$
Ambiente social (democracia, dictadura, inquisición, crítica social ...)	7.8	32.9	0.00
Cultura (teorías, descubrimientos en... )	25.5	26.7	0.88
Ambiente económico (dinero, comercio, industria, desarrollo...)	25.5	44.3	0.03
Gobierno, política, subvenciones	5.9	22.9	0.01
Guerra y conflictos	19.6	34.3	0.07
Personajes importantes en la historia	11.8	23.4	0.30
Productos industriales o ventajas sociales	41.2	45.7	0.62
Solución de problemas o necesidades	13.7	20.0	0.36
No sabe o no contesta	23.5	7.1	0.02

### Comentario I-7.2

El coeficiente Chi-dos de las distribuciones es  $\beta=0'01$ . Las diferencias más significativas son que en el grupo experimental se hace mayor mención al ambiente social y político (32'9% frente a 7'8%), aspectos culturales (26'7% frente al 25'5%) al ambiente económico (44'3% frente al 25'5%), al gobierno y las políticas gubernamentales (22'9% frente a 5'9%), la guerra y los conflictos bélicos (34'3% frente a 19'6%), personajes importantes en la historia de la ciencia (23'4% frente al 11'8%),

productos industriales que han revolucionado la sociedad (45'7% frente al 41'2%) y la solución de problemas o necesidades (20% frente a 13'7%). En el grupo experimental es menor el número de alumnos que no saben o no contestan (7'1% frente a 23'5%).



Los alumnos del grupo experimental hacen más consideraciones y citas de las influencias sociales a lo largo de la historia sobre el desarrollo de la ciencia y la tecnología, hacen más referencias a situaciones económicas y comerciales, industriales y tecnológicas, socio-políticas, y a las guerras y conflictos. Además mencionan más científicos que en situaciones sociales de la historia influyeron decisivamente a su desarrollo. Esto confirma nuestra hipótesis.

**Cuestión I-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.

### Resultados I-8

Las frecuencias relativas en % de las contestaciones son las siguientes ( $N_C=51$ ,  $N_E=70$ ):

<b>Tipo de respuestas</b>	<b>GC %</b>	<b>GE%</b>	<b><math>\beta</math></b>
Encuestados que no saben o no contestan	29.4	5.3	0.00
Encuestados que sólo mencionan aspectos positivos	31.4	32.9	0.86
Encuestados que sólo mencionan aspectos negativos	11.8	7.1	0.39
Encuestados que mencionan algún aspecto positivo y negativo	27.5	54.3	0.00

### **Comentario I-8.1**

El coeficiente Chi-dos de las distribuciones es  $\beta=0'001$ . Las diferencias más significativas son que en el grupo experimental se mencionan más, a la vez, ventajas e inconvenientes (51'8% frente a 27'5%). Por otra parte en el grupo experimental es menor el número de alumnos que no saben o no contestan (17'9% frente a 29'4%), es menor el número de contestaciones que sólo mencionan aspectos positivos (21'4 % frente a 31'4%) o sólo aspectos negativos (8'9% frente a 11'8%).

### **Resultados I.8.2**

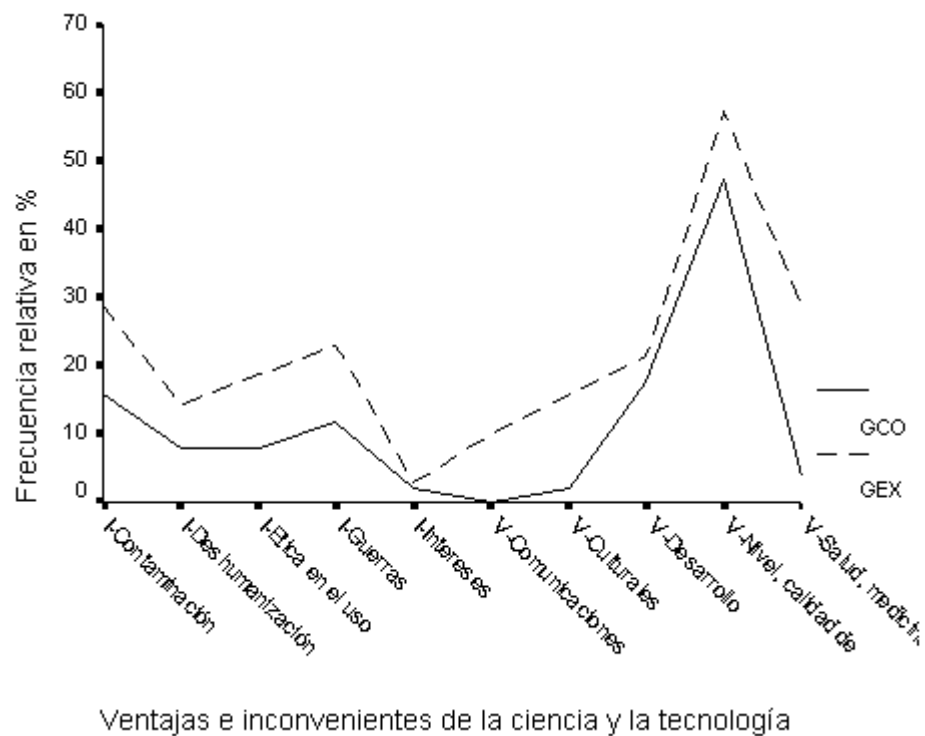
Las frecuencias relativas de cada categoría en % han sido las siguientes ( $N_C=51$ ,  $N_E= 70$ ):

<b>Aspectos considerados</b>	<b>Ventajas</b>		
	<b>GC %</b>	<b>GE%</b>	<b><math>\beta</math></b>
Comunicaciones	0.0	10.0	0.01
Cultura, conocimientos, estudios	2.0	15.7	0.00
Desarrollo, mejoras	17.6	21.4	0.60
Nivel, calidad de vida	47.1	57.1	0.28
Salud, medicina y medicamentos	3.9	28.6	0.00
<b>Aspectos considerados</b>	<b>Inconvenientes</b>		
	<b>GC%</b>	<b>GE %</b>	<b><math>\beta</math></b>
Contaminación ambiental, agotamiento recursos	15.7	28.6	0.08
Deshumanización	7.8	14.3	0.25
Guerra, armas, conflictos	11.8	22.9	0.10
Intereses	2.0	2.9	0.75
Uso, ética en el uso	7.8	18.6	0.07

### **Comentario I-8.2**

El coeficiente Chi-dos de la distribución para las ventajas es  $\beta=0'001$ . Las diferencias más significativas son que en el grupo experimental es mayor la consideración de las comunicaciones (10% frente a 0'0%), aspectos culturales que conlleva (15'7% frente a 2'0%), desarrollo y mejoras (21'4% frente al 17'6%), el nivel y calidad de vida (57'1% frente a 47'1%) y aspectos relacionados con la salud y la medicina (28'6% frente a 3'9%).

En cuanto a los inconvenientes, el coeficiente Chi-dos de las distribuciones es  $\beta=0'001$ . En el grupo experimental son mayores las menciones a la contaminación (28'6% frente a 15'7%), la deshumanización (14'3% frente a 7'8%), la guerra y los conflictos bélicos (22'9% frente a 11'8%), los intereses (2'9% frente a 2'0%) y la falta de ética en el uso de la ciencia y la tecnología (18'6% frente a 7'8%).



De acuerdo con nuestra hipótesis en el grupo experimental se sopesan mejor las ventajas e inconvenientes del desarrollo de la ciencia y la tecnología en la vida del hombre (valoración de aspectos positivos y negativos), siendo una crítica más equilibrada y menos polarizada. Con gran diferencia, las ventajas más consideradas son el nivel y calidad de vida, la salud, la cultura y el desarrollo, entre los inconvenientes

más considerados están la contaminación, la deshumanización, la guerra y los conflictos, la falta de ética en el uso de la ciencia y la tecnología y los intereses.

**Cuestión I-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.

### Resultados I-9

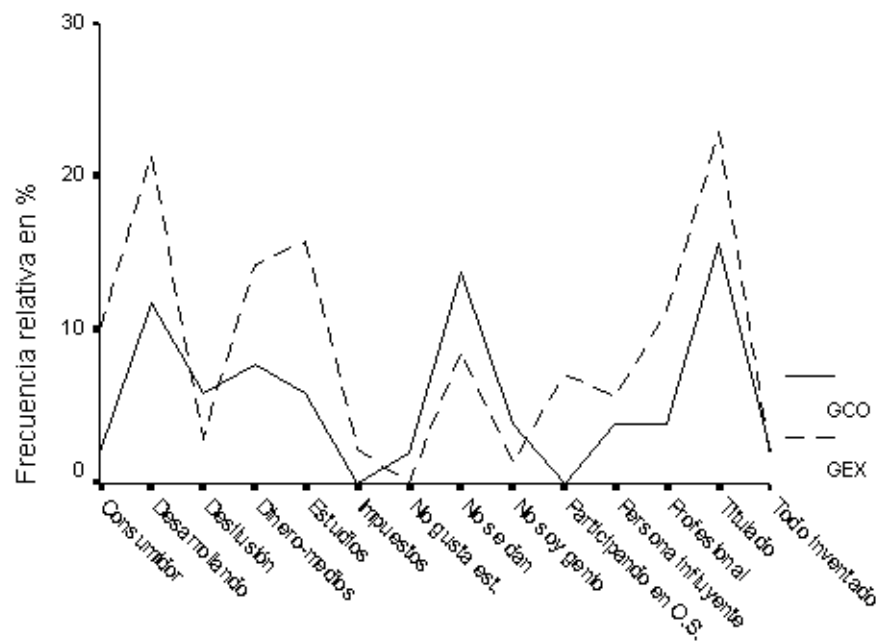
La frecuencia relativa en % de las contestaciones y las categorías de clasificación han sido ( $N_C=51$ ,  $N_E=70$ ):

Respuestas base	GC%	GE %	$\beta$
Sí	1 1.7	3 5.7	0.00
No	56.8	44.3	0.17
No sabe/no contesta	31.5	20	0.16
<b>Razones, afirmativas o condicionales</b>			
Titulado o ingeniero	15.6	22.9	0.31
Consumidor	2.0	10.0	0.05
Desarrollando (artefactos, métodos, etc.)	11.7	21.4	0.15
Dinero o medios	7.8	14.3	0.25
<b>Estudios</b>	5.9	15.7	0.08
Persona importante o con influencia	3.9	5.7	0.64
Impuestos	0.0	2.3	0.20
Participando en organizaciones sociales	0.0	7.1	0.02
Ejerciendo como profesional	3. 9	11.4	0.11
<b>Otras razones del "no"</b>			
No se dan	13.7	8.6	0.39
No me gusta estudiar	2.0	0.0	0.31
No soy genio o superdotado	3.9	1.4	0.41
Todo está inventado	2.0	1.4	0.80
Desilusión o despreocupación	5.9	2.9	0.44

### Comentario I-9

El coeficiente Chi-dos de las distribuciones para los casos (Sí, No, NS/NC) es  $\beta=0.001$ . Las diferencias más significativas son que en el grupo experimental es mayor el número de alumnos que creen que sí pueden influir en el desarrollo de la ciencia y la tecnología (35.7% frente a 11.7%), es menor los que creen que no (44.3% frente a 56.8%) y el número de alumnos que no saben o no contestan (20% frente al 31.3%), lo cual está de acuerdo con nuestra hipótesis.

El coeficiente Chi-dos de las distribuciones de las razones dadas es  $\beta=0'001$ . Las diferencias más significativas en las razones afirmativas o condicionales son, que en el grupo experimental son mayores las referencias a la de tener un título (22'9% frente al 15'6%) , como consumidor (10% frente a 2'0%), mediante el desarrollo de dispositivos o métodos (21'4% frente al 11'7%), mediante el dinero o medios (14'3% frente a 7'8%), los estudios realizados (15'7% frente a 5'9%), los impuestos (2'3% frente a 0'0%), la participación en organizaciones sociales (7'1% frente a 0'0%), y el ejercicio profesional (11'4% frente a 3'9%).



Razones que se dan para el si y el no

En cuanto a otras razones del no, en el grupo de control es mayor el número de alumnos que no la dan (13'7% frente al 8'6%), los que alegan que no les gusta estudiar (2% frente a 0%), los que consideran que no son genios o superdotados (3'9% frente al 1'4%), los que creen que todo está inventado (2% frente al 1'4%) o los muestran desilusión o despreocupación (5'9% frente a 2'9%).

El grupo experimental se expresa mucho más en esta cuestión, siendo mayores los índices de los que alumnos que creen que sí y menores los que creen que no pueden influir sobre el desarrollo de la ciencia y la tecnología. En el grupo de control son mayores los no condicionales. Las razones más citadas son los estudios, obteniendo un título, ejercer como profesional, desarrollando algún método o aparato, ejerciendo como consumidor, participando en organizaciones sociales, teniendo dinero o medios, siendo una persona influyente, etc. Esto está de acuerdo con nuestra hipótesis.

#### **7.4. RESULTADOS OBTENIDOS REFERENTES A QUE ES POSIBLE EL AUMENTO DE INTERÉS Y LA MEJORA DE ACTITUDES CON RELACIÓN AL ESTUDIO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA AL REALIZAR ACTIVIDADES CTS.**

En relación a esta subhipótesis realizábamos cuatro diseños experimentales, el primero relacionado con el origen y los intereses de los alumnos sobre ciencia y tecnología, ya tratado en la segunda subhipótesis mediante el cuestionario II, el segundo en relación a las actitudes e intereses que los procesos de enseñanza –aprendizaje despiertan en ellos, a través del cuestionario III de alumnos. El tercer diseño referente al interés de lo que aprendían en cada una de las actividades CTS (cuestionario IV de alumnos) y el cuarto diseño en relación al tipo de actividades que les resultaba más interesante.

##### **7.4.1. Comparación de intereses y actitudes de alumnos en relación a los procesos de enseñanza-aprendizaje. Cuestionario III.**

Este diseño experimental se realizó para medir y poder comparar las actitudes e intereses que los procesos de enseñanza –aprendizaje despertaban en los alumnos. El grupo experimental lo constituyen 49 alumnos y el grupo de control 106. Los cuestionarios son anónimos.

**Cuestión III.1:** Valora (de 0 a 10) si las enseñanzas recibida hasta la actualidad han despertado tu interés por la ciencia, la tecnología y sus aplicaciones.

##### **Resultados III-1**

El número de encuestados fue de ( $N_C=87$ ,  $N_E=49$ ). Los estadísticos descriptivos son:

	Media
G. Control	5.5
G. Experimental	6.2
$\beta$	0.09

### Comentario III-1

La moda, o valor más frecuente, es más alto en el grupo experimental (7 frente a 6). La mediana, por encima y por debajo de la cual se encuentra el 50% de los casos, es más alta en el grupo experimental que en el grupo de control (7 frente a 6). Los alumnos del grupo de experimental tienen una valoración más alta de las enseñanzas recibidas hasta la actualidad (6'2 frente a 5'5), con una dispersión más baja (4'5 frente a 6'28). Lo anterior confirma nuestra hipótesis, en los alumnos experimentales se ha despertado más interés por la ciencia, la tecnología y sus aplicaciones.

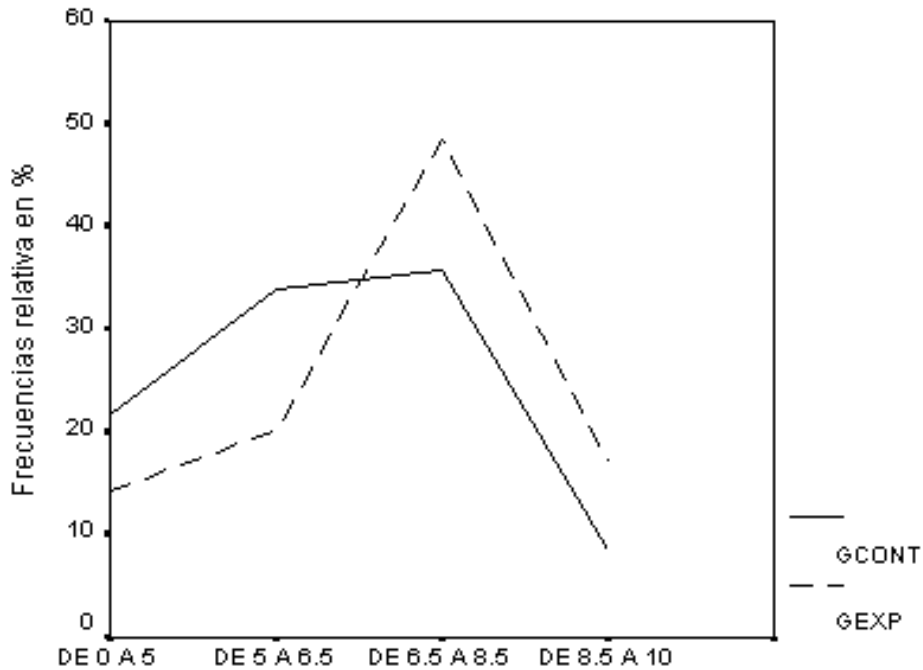
La distribución de los valores por intervalos y su frecuencia en % es:

Intervalo	$0 \leq x < 5$	$5 \leq x < 6.5$	$6.5 \leq x < 8.5$	$8.5 \leq x \leq 10$
GC	21.8	34	35.9	8.49
GE	14.2	20.2	48.5	17.1
$\beta$	0.29	0.10	0.16	0.15

El coeficiente Chi-dos de la distribución es  $\beta=0'09$ . Las diferencias más significativas en la distribución son que en el grupo experimental las frecuencias son más altas en el intervalo  $[6'5, 8'5[$  (48'46% frente a 35'85%) y en el intervalo  $[8'5, 10]$  (17'1% frente a 8'49%), lo cual indica que las enseñanzas recibidas han despertado interés en ellos. En el resto de los intervalos las frecuencias del grupo de control son más altas: intervalo  $[0, 5[$  (21'8% frente a 14'21%), intervalo  $[5, 6'5[$  (33'96% frente a 20'23%). Es decir, en el grupo de control es mayor el número de alumnos que consideran que las enseñanzas recibidas no han despertado interés en ellos (21'8% frente al 14'21%), o no lo han despertado intensamente (55'75% frente al 34'44%). Lo



anterior confirma nuestra hipótesis de que las actividades CTS aumentan el interés por el aprendizaje de la ciencia, la tecnología y sus aplicaciones.



Valoración interés despertado por las enseñanzas recibidas

**Cuestión III-2:** Señala qué motivos son más importantes, de los que se indican a continuación, para realizar y tener interés en los estudios:

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Encontrar trabajo.            | <input type="checkbox"/> Saber más.               |
| <input type="checkbox"/> Valoración social del título. | <input type="checkbox"/> Saber hacer.             |
| <input type="checkbox"/> Al acabar tendré trabajo.     | <input type="checkbox"/> Formarme como ciudadano. |

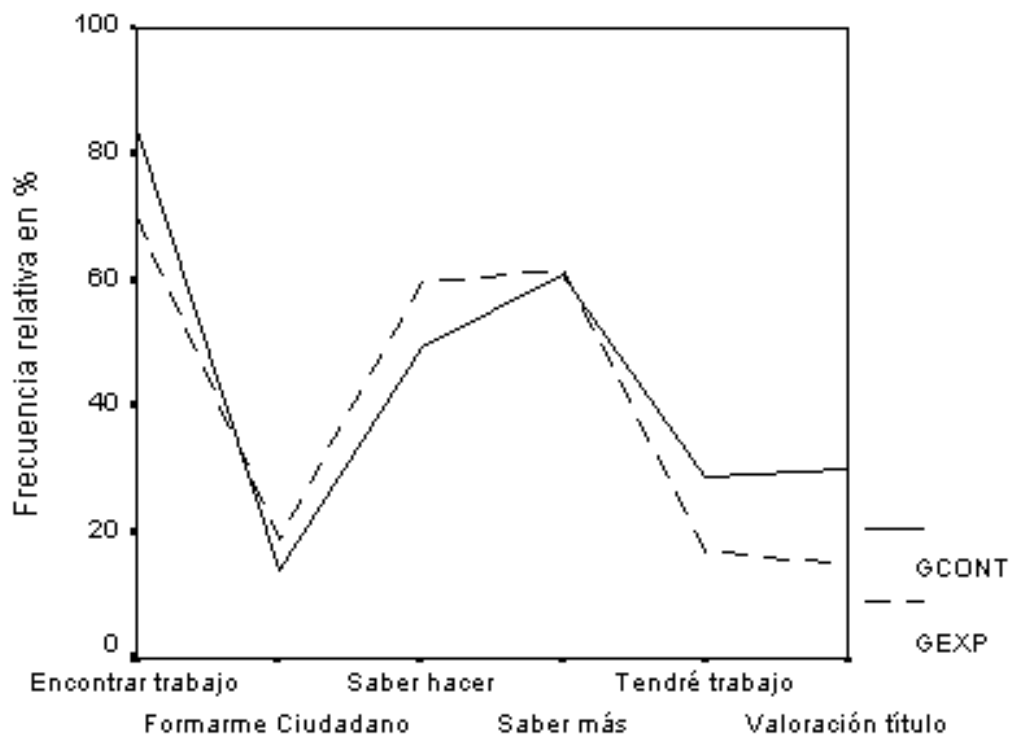
**Resultado III-2:**

El número de encuestados fue de ( $N_C=87$ ,  $N_E=47$ ). Las frecuencias relativas en % de cada uno de los casos es la siguiente:

Caso	GC%	GE%	$\beta$
Saber más	60.9	61.7	0.93
Saber hacer	49.4	59.6	0.32
Formarme como ciudadano	13.8	19.1	0.49
Encontrar trabajo	83.9	70.2	0.11
Valoración social título	29.9	14.9	0.07
Tener trabajo al acabar	28.7	17.0	0.17

### Comentario III-2

El coeficiente Chi-dos de la distribución es  $\beta=0'16$ . En cuanto a las motivaciones intrínsecas relacionadas con sus estudios, son mayores en el grupo experimental: en “saber más” (61'7 frente al 60'9%), “saber hacer” (59'6% frente a 49'4%) y “formarse como ciudadano” (19'1% frente a 13'8%). En el grupo experimental aumentan las motivaciones intrínsecas por los procesos de aprendizaje un 16'3% por encima del grupo de control. Por otra parte en el grupo de control son mayores las motivaciones extrínsecas: “encontrar trabajo” (83'9% frente a 70'2%), “valoración social del título” (29'9% frente a 14'9%) y “tener trabajo al acabar” (28'7% frente a 17'0%), lo cual confirma nuestra hipótesis de que ha existido un proceso de transformación de las motivaciones extrínsecas por las intrínsecas hacia los procesos de aprendizaje.



Algunos motivos extrínsecos e intrínsecos para realizar estudios

**Cuestión III-3.** Señala los factores que aumentan o pueden aumentar tu interés hacia el estudio de la electricidad y sus aplicaciones.

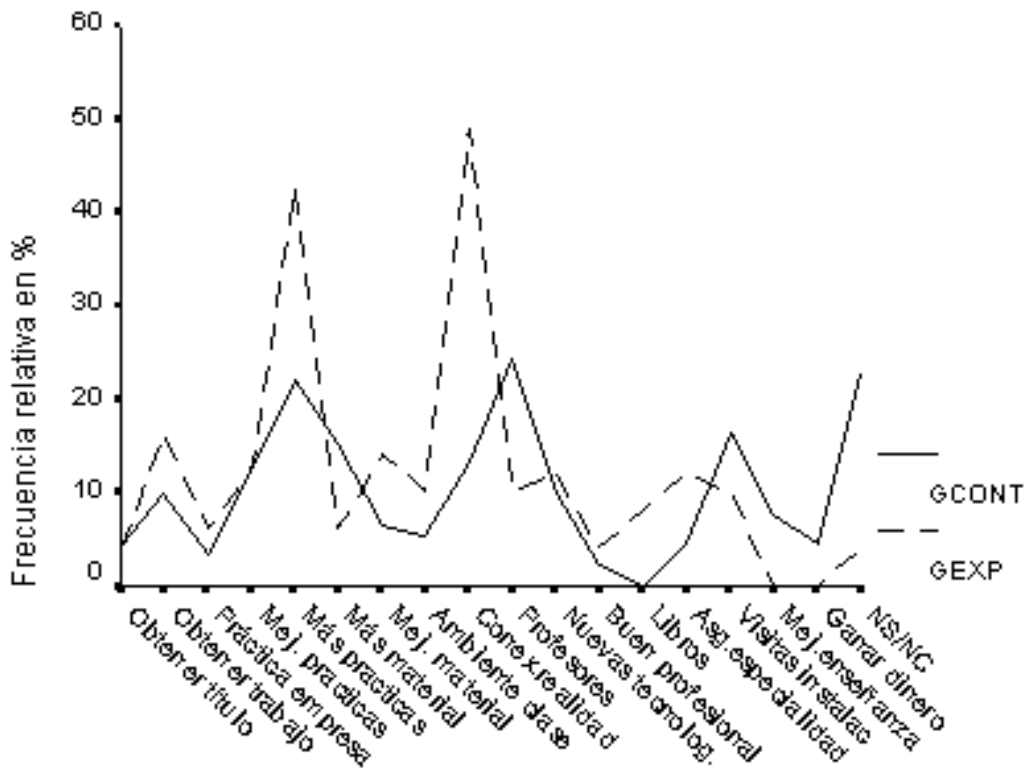
### Resultados III-3

El número de encuestados fue de ( $N_C=87$ ,  $N_E=49$ ). Frecuencia relativa en % de los factores indicados:

<b>Factores más considerados</b>	<b>GC</b>	<b>GE</b>	<b><math>\beta</math></b>
Obtener título	4.6	4.1	0.89
Obtener trabajo	9.3	16.3	0.26
Prácticas en empresas	3.4	6.1	0.49
Mejores prácticas	12.6	12.2	0.95
Más prácticas	21.8	42.8	0.01
Más materiales	16.1	6.1	0.06
Mejores materiales	6.9	14.2	0.20
Ambiente de clase	5.7	10.2	0.37
Conexión realidad	13.8	49.0	0.00
Metodología profesores	24.1	10.2	0.03
Nuevas tecnologías	9.2	12.2	0.59
Buen profesional, saber	2.3	4.1	0.58
Mejores libros	0.0	8.2	0.04
Más asignaturas especialidad	4.6	12.2	0.14
Visitas a fábricas e industrias	16.1	10.2	0.31
Mejor enseñanza	8.0	0.0	0.01
Ganar dinero	4.6	0.0	0.04
NS/NC	23.0	4.1	0.00

### Comentario III-3

El coeficiente Chi-dos de las distribuciones es  $\beta=0'001$ . Las diferencias más significativas son que la tasa de alumnos que no sabe o no contesta es menor en el grupo experimental (4'08% frente al 23%). Los alumnos experimentales señalan con mayores tasas los siguientes factores que pueden aumentar el interés hacia los estudios: obtener trabajo (16'3% frente a 9'2%), más prácticas (42'86% frente a 21'8%), mejores materiales (14'29% frente a 6'9%), conexión con la realidad (49% frente a 13'8%), nuevas tecnologías (12'24% frente a 9'2%), saber más y ser buen profesional (4'08%



Factores que pueden aumentar el interés hacia los estudios

frente a 2'3%), mejores libros (8'16% frente a 0'0%), más asignaturas de la especialidad (12'24% frente a 4'3%). Los alumnos experimentales señalan con menores tasas los siguientes factores: la metodología de los profesores (24'2% frente a 10'3%), las visitas a fábricas e industrias (16'5% frente a 10'3%), mejor enseñanza (7'7% frente a 0'0%), ganar dinero (4'4% frente a 0'0%). Las tasas del grupo experimental y de control son muy parecidas en los siguientes factores: obtener el título (4'2% frente a 4'6%) y mejores prácticas (12'2% y 12'6%).

De acuerdo con nuestra hipótesis los alumnos que han utilizado en las clases las actividades de interacción CTS, valoran positivamente la inclusión de estos aspectos como un factor que puede hacer aumentar su interés hacia el estudio de la electricidad y sus aplicaciones, dando resultados más elevados que el grupo de control en la categoría “conexión con la realidad” (49% frente al 13’8%).

**Cuestión III-4:** Valora (de 0 a 10), de los factores que se indican, los que crees más importantes para que los estudios que realizas sean más interesantes.

### Resultados III-4

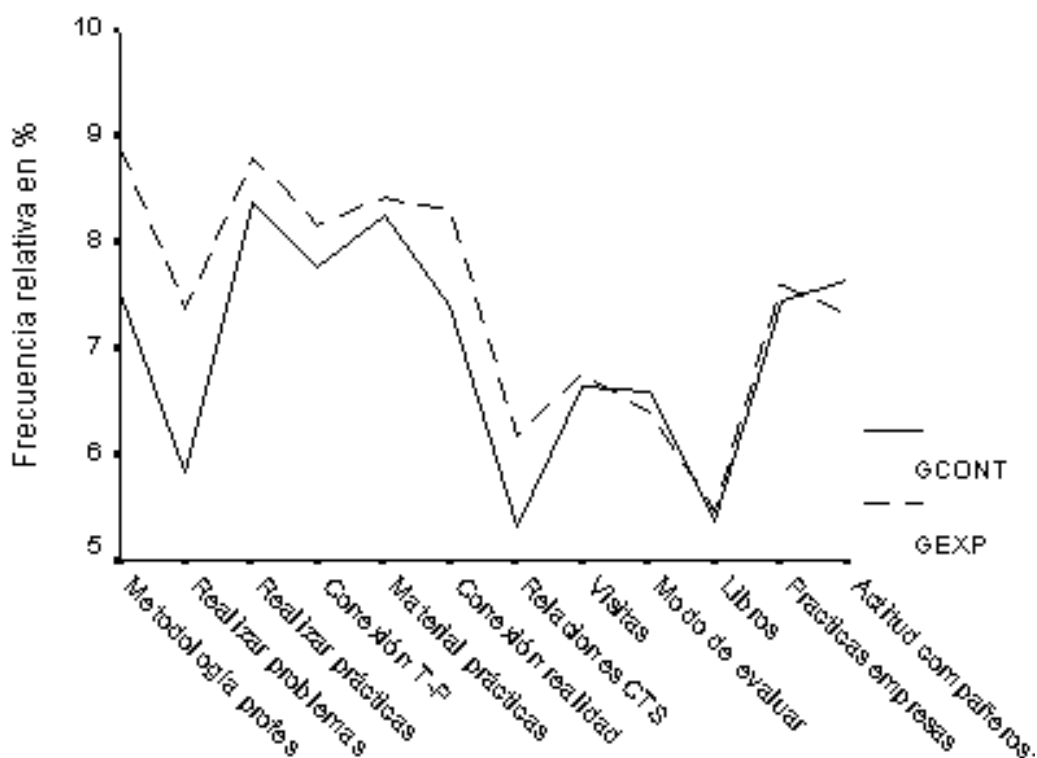
El número de encuestados fue de ( $N_C=87$ ,  $N_E=47$ ). A esta cuestión cerrada las medias de las valoraciones a cada uno de los factores que se les indicaron son los que se muestran en la tabla siguiente:

<b>FACTOR</b>	<b>GC</b>	<b>GE</b>	
<b>Estadísticos</b>	Media	Media	$\beta$
Metodología del profesor	7.5	8.9	0.00
Hacer problemas	5.8	7.3	0.01
Hacer prácticas	8.3	8.8	0.00
Conexión teoría- prácticas	7.7	8.1	0.00
Materiales de prácticas	8.2	8.4	0.01
Conexión teoría- realidad	7.3	8.3	0.02
Tratar relaciones CTS	5.3	6.1	0.11
Realizar visitas a fábricas e industrias	6.6	6.7	0.15
El modo de evaluar	6.5	6.4	0.06
Los libros utilizados	5.3	5.4	0.84
Hacer prácticas en empresas	7.4	7.5	0.66
La actitud de los compañeros	7.6	7.3	0.10

### Comentario III-4

El coeficiente Chi-dos de las distribuciones es  $\beta=0'04$ . Las diferencias más significativas son que el grupo experimental valora con más énfasis los siguientes factores que pueden aumentar el interés de los estudios: metodología de los profesores (8’9 frente a 7’5), hacer problemas (7’3 frente a 5’8), hacer prácticas (8’8 frente a 8’3), conexión teoría-prácticas (8’1 frente a 7’7), los materiales de prácticas (8’4 frente a 8’2), conexión teoría- realidad (8’3 frente a 7’4), tratar relaciones CTS (6’1 frente a

5'3), realizar visitas a fábricas e industrias (6'7 frente 6'6), los libros utilizados (5'4 frente a 5'3), hacer prácticas en empresas (5'4 frente a 5'3), hacer prácticas en empresas (7'5 frente a 7'4). En el grupo experimental se valora con menor énfasis: el modo de evaluar (6'5 frente a 6'4) y la actitud de los compañeros (7'3 frente a 7'6).



Valoración de factores que pueden hacer más interesantes los estudios

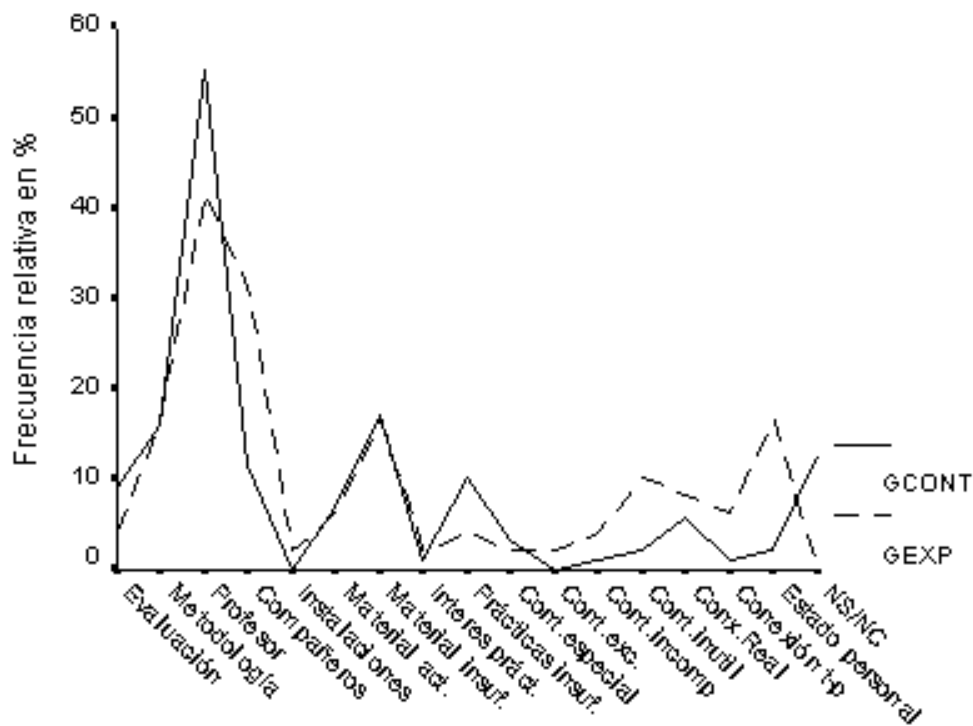
Los alumnos experimentales valoran con mayores calificaciones los distintos factores de interés expuestos sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje. Lo cual confirma nuestra hipótesis de que el interés y las actitudes de los alumnos mejoran con la introducción de las actividades CTS. En particular cabe destacar que los alumnos del grupo de control en la cuestión abierta (el ítem anterior) no habían valorado la “conexión con la realidad”, pero cuando esto se les hace explícito en una cuestión cerrada si que la valoran, al igual que las “relaciones CTS”. Por otra parte, en los alumnos de los grupos experimentales, que han realizado este tipo de actividades, aumenta su valoración respecto a los de control

**Cuestión III-5:** Expresa qué aspectos que contribuyen o pueden contribuir a crear una actitud desfavorable o de desinterés hacia los estudios que realizas.

**Resultados III-5**

El número de encuestados fue de ( $N_C=87$ ,  $N_E=47$ ). La frecuencia relativa en % de los factores considerados son:

FACTOR	GC%	GE%	$\beta$	FACTOR	GC%	GE%	$\beta$
Evaluación	9.2	4.3	0.24	Contenidos no especialidad	3.4	2.1	0.65
Metodología	16.1	17	0.93	Contenidos excesivos	0.0	2.1	0.32
Profesores	55.2	42.6	0.13	Contenidos incomprensibles	1.1	4.3	0.32
Compañeros	11.5	31.9	0.01	Contenidos poco útiles	2.3	10.6	0.09
Instalaciones	0.0	2.1	0.32	Conexión realidad	5.7	8.5	0.58
Material no actualizado	6.9	6.4	0.89	Conexión teoría- prácticas	1.1	6.4	0.16
Material insuficiente	17.2	17.0	0.94	Estado, situación personal	2.3	17.0	0.01
Prácticas sin interés	1.1	2.1	0.67	NS/NC	12.6	0.0	0.00
Prácticas insuficientes	10.3	4.3	0.17				



Aspectos que pueden contribuir a crear desinterés por los estudios

### **Comentario III-5:**

El coeficiente de las distribuciones es  $\beta=0'001$ . Las diferencias más significativas son que los alumnos experimentales señalan como factores más desfavorables que podrían influir para crear una actitud desfavorable hacia los estudios, son: los profesores (42'6% frente a 55'2%), los compañeros de clase (31'3% frente a 11'5%), la metodología de los profesores (16'7% frente a 16'1%), los materiales insuficientes (16'7% frente a 17'2%), el estado o situación personal (16'7% frente a 2'3%), contenidos poco útiles (10'3% frente a 5'7%), conexión de lo que se estudia con la realidad (8'3% frente a 5'7%), material no actualizado (6'3% frente a 6'9%), prácticas insuficientes (4'3% frente a 10'3%), el método de evaluación (4'2% frente a 9'2%). Se indican otras razones con tasas muy bajas, ambos grupos señalan factores similares.

Los alumnos en general señalan como factores que más pueden crear una actitud desfavorable hacia los estudios: a los profesores y su metodología, las prácticas insuficientes, la evaluación y la conexión con la realidad de lo que estudian, resultados similares a las obtenidas en otras investigaciones (Solbes y Vilches 1997).

Los alumnos experimentales contestan más en esta cuestión, lo cual indica su mayor interés por los procesos de enseñanza aprendizaje, tienen mayor interés por la conexión con la realidad y la conexión entre teoría y prácticas, lo que confirma nuestra hipótesis.

### **Cuestiones III-6 a y b.**

**Cuestión III-6.a:** En las prácticas que realizas en el taller indica, según tu criterio, a qué tipo se ajustan más: \_\_\_\_

- a. Son relativamente claras, hay que realizar los montajes.
- b. Hay que realizar alguna consulta y se realiza el montaje.
- c. Sobre la base de lo que sabemos hay que realizar un análisis y un diseño individual o en grupo, y posteriormente se realiza el montaje.



**Cuestión III-6.b:** De las clases de prácticas indicadas anteriormente, indica cuál sería el tipo que tú considerarías ideal y que más te gustaría realizar (a, b, c): \_\_\_\_

**Resultados III-6. a y b**

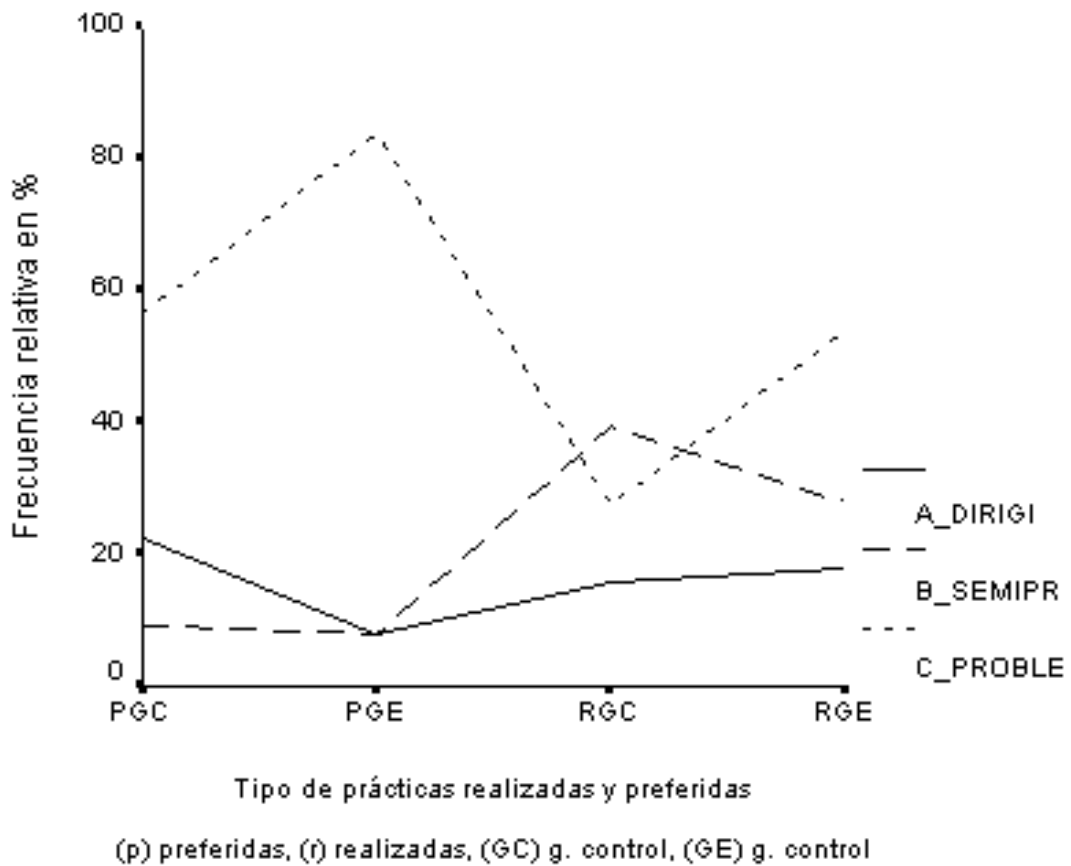
El número de encuestados fue de ( $N_C=76$ ,  $N_E=49$  ). Los resultados obtenidos para ambas cuestiones en frecuencia relativa en % es la que se muestra en la tabla adjunta.

Tipo de actividad experimental o práctica	Realizada			Preferida		
	GC	GE	$\beta$	GC	GE	$\beta$
A. Relativamente claras, hay que realizar montajes	15.8	18.4	0.71	22.4	8.2	0.02
B. Hay que realizar alguna consulta y se realiza el montaje	39.5	26.5	0.12	9.2	8.2	0.85
C. Sobre la base de lo que sabemos hay que realizar un análisis y un diseño individual o en grupo, y posteriormente se realiza el montaje.	27.6	55.1	0.00	56.6	83.7	0.00
NS/NC	17.1	0.0	0.00	11.8	0.0	0.00

**Comentario a III-6 a y b**

Las distribuciones tienen unos coeficientes de  $\beta=0'001$  para el tipo de prácticas realizadas y de  $\beta=0'01$  para el tipo de prácticas preferidas. Las diferencias más significativas son, en el tipo de prácticas realizadas, que el grupo experimental las prefiere de tipo C (problemáticas) (54% frente a 27'6%), después las B (semiproblemáticas o semidirigidas) (28% frente a 39'5%) y finalmente las A (dirigidas) (18% frente a 15'8%). El tipo de prácticas que los alumnos opinan que realizan son mayoritaria en el grupo de control es de tipo B (semiproblemáticas) y en el grupo de control la de tipo C (problemática).

Las diferencias más significativas, en relación a la preferencia del tipo de prácticas a realizar, son que el grupo experimental las prefiere del tipo C (problemáticas) (84% frente a 56'6%), seguidas del tipo B (semiproblemáticas o semidirigidas) (8% frente a 9'2%) y el A (dirigidas) (8% frente a 22'4%). En ambos grupos existe preferencia por las del tipo C.



Lo anterior confirma nuestras hipótesis, el grupo experimental aprecia más los diseños experimentales y prácticas de tipo investigativo (problemáticas) en las que hay que utilizar metodologías científicas. De las tablas de contingencias, mostradas en el capítulo IV, se deduce que para que las tendencias entre la idea de prácticas realizadas y preferidas sean máximamente coincidentes las prácticas a realizar deberían ser semidirigidas con procesos de investigación.

#### **7.4.2. Interés de lo que aprenden en cada una de las actividades a criterio de los alumnos.**

Para saber el grado de interés de lo que aprendían los alumnos en las actividades realizadas en clase se les planteo la siguiente cuestión (Cuestionario IV): ¿Cuál es vuestra opinión sobre la actividad realizada, qué habéis aprendido?, cuestión relacionada con globalidad de la actividad. A continuación pasamos a transcribir algunas de las opiniones dadas por los alumnos sobre cada una de las actividades propuestas en el capítulo 6 y las expuestas en el anexo I de este trabajo de investigación, las diferentes expresiones de los alumnos las mostramos como A, numeradas correlativamente, lo cual no quiere decir que corresponda a los mismos alumnos.

##### **7.4.2.A. COMENTARIOS DE LOS ALUMNOS SOBRE LAS ACTIVIDADES PRESENTADAS EN EL ANEXO DEL CAPÍTULO 6**

###### **ACTIVIDAD 1. BUSQUEDA DE NOTICIAS Y ARTÍCULOS SOBRE ELECTRICIDAD Y ELECTROTECNIA**

- A.1. Ha sido interesante la búsqueda de noticias en periódicos y revistas.
- A.2. He tenido que buscar en diversas revistas y diarios.
- A.3. He encontrado diversos temas, aunque me ha costado un poco.
- A.4. La exposición ha sido interesante.

###### **ACTIVIDAD 2. BUSQUEDA DE CATÁLOGOS DE FABRICANTES**

- A.1. Me ha costado un poco encontrarlos.
- A.2. Lo que encontré lo localice a través de Internet.
- A.3. Me costo un poco preparar la exposición.
- A.4. La exposición y los catálogos ha sido interesante.

###### **ACTIVIDAD 3. CONTINUIDAD EN LOS DISEÑOS. MÁQUINAS DE WATT Y PAGE**

- A.1. He aprendido los elementos que forman parte de una máquina de vapor.

A.2. Ha sido interesante comprobar como un diseño tecnológico se ve influido por un precedente.

A.3. He comprendido como funciona un electroimán y los diversos usos que puede tener.

A.4. La importancia de disponer de algún tipo de energía para convertirla en energía mecánica para mover máquinas en industrias.

A.5. Aunque en la máquina eléctrica de Page se utiliza energía eléctrica, su origen también es en parte mecánico, obtenida de alguna otra fuente primaria de energía.

A.6. Un motor eléctrico actual es muy diferente y más complejo que el expuesto en la actividad.

A.7. La importancia de disponer de energías primarias (carbón, etc. ) para diferentes usos sociales.

#### ACTIVIDAD 4. DESARROLLO DE LA LÁMPARA INCANDESCENTE

A.1. La importancia de la investigación para el desarrollo y mejora de un producto tecnológico. Estas han aumentado en la lámpara su duración, rendimiento y reproducción cromática.

A.2. Lo que son las patentes y los derechos que otorga a su poseedor, así como la problemática que puede existir en torno a las patentes.

A.3. La incidencia de la iluminación eléctrica en diversos aspectos de la seguridad (se evitan incendios y explosiones de gas, permite la señalización de móviles y la iluminación pública).

A.4. La influencia de disponer de fuentes de energía eléctrica duraderas.

A.5. Se dejaron de utilizar materiales combustibles en el mismo lugar, es decir, de forma directa.

A.6. La importancia de las organizaciones industriales en la investigación y desarrollo de productos.

A.7. He aprendido los elementos que forman parte de una lámpara de iluminación incandescente.

#### ACTIVIDAD 5. DESARROLLO DE LAS LINEAS: INSTALACIÓN Y

## AISLADORES

A.1. La importancia de los materiales aisladores para realizar el tendido de las líneas de distribución eléctrica.

A.2. La importancia de los aislantes en los conductores para diversos tipos de tendidos de las líneas eléctricas.

A.3. La importancia de la investigación para el desarrollo de nuevos materiales aislantes.

A.4. Los problemas que poseen los diferentes métodos de tendidos eléctricos y las diversas soluciones que se han adoptado.

A.5. He comprendido los diversos tipos de aisladores que pueden formar parte de una línea de distribución eléctrica.

A.6. La importancia social que tienen los sistemas de distribución eléctrica.

## ACTIVIDAD 6. CENTRAL TERMICA

A.1. He aprendido los diferentes y complejos elementos que forman parte de una central de producción de energía eléctrica.

A.2. He apreciado la variedad de procesos energéticos que se llevan a cabo en una central térmica de combustión de carbón.

A.3. He podido analizar y valorar la importancia que tiene una central térmica de producción de energía eléctrica en diferentes facetas en el entorno social y natural.

A.4. He apreciado la importancia del agua en los procesos de transformación energética.

A.5. La importancia social que tienen las plantas de producción de energía eléctrica y los problemas ambientales que pueden acarrear.

## ACTIVIDAD 7. DEPOSITO DE AGUA. SISTEMA ELÉCTRICO DE ABASTECIMIENTO

A.1. He comprendido como funciona un sistema de distribución de agua.

A.2. La importancia social que tienen los sistemas de distribución de agua para diversos usos.

A.3. Ha sido interesante la realización del diseño y el montaje de la práctica.

A.4. La importancia que tienen los sistemas automáticos y de control.

A.5. Me gustaría realizar más prácticas como esta.

#### ACTIVIDAD 8. PROTECCION CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

A.1. Ahora comprendo que es un contacto directo e indirecto.

A.2. He aprendido los diferentes elementos que forman parte de un interruptor diferencial.

A.3. He entendido cuando actúa un interruptor diferencial para proteger a las personas o a las máquinas.

A.4. Ha demostrado la importancia que tienen los dispositivos de protección.

#### ACTIVIDAD 9. PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE UN TALLER METALURGICO

A.1. Ha sido interesante aplicar lo que hemos estudiado para la realización de un proyecto.

A.2. He aprendido la aplicación que tiene el cálculo de secciones por diversos métodos.

A.3. Ha sido interesante utilizar normas y reglamentos que nos servirán en nuestra vida profesional.

A.4. Ha sido interesante la realización del proyecto y comprender las diversas partes que forman parte del mismo.

A.5. He entendido la importancia social que tiene la documentación técnica en forma de proyecto.

#### ACTIVIDAD 10. ACTIVIDADES EN EL ENTORNO SOCIAL O EXTRAESCOLARES

A.1. Ha sido interesante realizar una visita que está relacionada con los que estamos estudiando.

A.2. Me gustaría trabajar en algo como lo que hemos visto hoy.

A.3. He comprendido la importancia de lo que hemos visto y lo que estamos estudiando.

A.4. Me gustaría realizar más visitas como está en otro tipo de instalaciones y ver más cosas relacionadas con la electricidad.

#### 7.4.2.B. COMENTARIOS DE LOS ALUMNOS SOBRE LAS ACTIVIDADES PRESENTADAS EN EL ANEXO I, RELACIONADAS CON EL CAPÍTULO 6 DE LA SEGUNDA HIPÓTESIS.

##### 1 ACTIVIDADES SOBRE LA HISTORIA DE LA ELECTRICIDAD

###### ACTIVIDAD 1.1. UNA BREVE RELACIÓN DE APORTACIONES

A1. Ha resultado motivador buscar información en enciclopedias datos sobre las aportaciones de científicos, ingenieros y hombres de negocios.

A2. Me ha dado una visión de conjunto de la evolución de la electricidad y la electrotecnia a lo largo del tiempo, y ver factores sociales que han influido en ella.

A3. Me ha dado la oportunidad de confeccionar una breve historia de la electricidad que ha resultado interesante.

###### ACTIVIDAD 1.2. EVOLUCION DEL CONDENSADOR. BOTELLA DE LEYDEN

A.1. He aprendido los diferentes elementos que forman parte de este dispositivo.

A.2. Ha sido interesante ver como influye el conductor exterior.

A.3. He entendido como es un condensador.

A.4. He aprendido las magnitudes que influyen en la capacidad de un condensador.

A.5. No sabía que este dispositivo hubiese tenido tanta importancia en la historia de la electricidad.

A.6. Un conductor aislado puede acumular carga que puede ser peligrosa.

###### ACTIVIDAD 1.3. ALESSANDRO VOLTA. PILA DE VOLTA

A.1. He aprendido los diferentes elementos que forman parte de una pila.

A.2. Ha sido interesante conocer como obtenían en otros tiempos energía eléctrica.

A.3. Es sorprendente la diferencia entre la pila de Volta y las actuales, no sabía que tuvieran ese origen.

A.4. Muestra las transferencias de carga en un circuito exterior mediante electrones, y en el interior de la pila mediante los iones de la solución acuosa.

A.5. No sabía que este dispositivo hubiese tenido tanta importancia en el desarrollo de la electricidad.

#### ACTIVIDAD 1.4. BALANZA DE TORSIÓN DE COULOMB

A.1. Muestra como se puede medir la interacción entre dos cargas y el ingenio del diseñador.

A.2. Me ha sorprendido la analogía entre los campos eléctricos de las cargas y los campos gravitatorios de las masas.

A.3. Conocía la ley de Coulomb pero no sabía como se había obtenido.

#### ACTIVIDAD 1.5. CONTADOR DE ENERGIA EN C.C. DE ELIHU THOMSON

A.1. He aprendido los diferentes elementos que forman parte de un contador de energía eléctrica.

A.2. Ahora entiendo como funciona un contador de energía eléctrica en c.c. y la importancia que tiene en su comercio.

A.3. Ha sido interesante porque muestra la interacción de los campos magnéticos producidos por corrientes y tensiones para producir el par motor proporcional a la potencia.

## 2. ACTIVIDADES SOBRE ENERGIAS

#### ACTIVIDAD 2.1. MINICENTRALES HIDROELÉCTRICAS. MAQUINAS ASÍNCRONAS

A.1. He aprendido los diferentes elementos que forman parte de una central hidroeléctrica.

A.2. He apreciado como se puede obtener la energía eléctrica de la energía hidráulica.

A.3. Ha sido interesante ver una aplicación de lo que estamos viendo sobre alternadores.

A.4. Ha sido interesante ver la aplicación de los transformadores en centrales eléctricas.

#### ACTIVIDAD 2.2. MINICENTRAL EÓLICA. ALTERNADOR ASÍNCRONO

A.1. Ahora ya sé lo que es un aerogenerador y su constitución.

A.2. He apreciado como se puede obtener la energía eléctrica de la energía eólica.

A.3. He podido ver una aplicación de lo que estamos viendo sobre alternadores.

A.4. He comprendido las diferentes magnitudes que intervienen para la producción de energía eléctrica mediante un aerogenerador.



### ACTIVIDAD 2.3. BOMBEO EÓLICO. MOLINO DE VIENTO

A.1. He podido ver los diferentes elementos que forman parte de un molino de viento utilizado para achique de agua.

A.2. He comprendido las magnitudes que intervienen en el problema del achique de agua y la relación que existe entre ellas.

A.3. He comprendido las magnitudes que intervienen en la transformación de energía en un molino de viento y la relación que existe entre ellas.

A.4. He entendido como se selecciona un molino de viento según las magnitudes que intervienen en el problema.

A.5. He podido comparar las alternativas entre la utilización de energía eólica y la energía eléctrica en este tipo de problema.

### 3. ACTIVIDADES SOBRE SEGURIDAD EN LA UTILIZACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

#### ACTIVIDAD 3.1. PROTECCION CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS

A.1. He podido ver los diferentes elementos que forman parte de un interruptor automático magnetotérmico.

A.2. He aprendido el significado y diferencia entre protección térmica y magnética.

A.3. Ahora entiendo las diferencias en tiempo de disparo del interruptor automático magnetotérmico según la corriente de carga.

A.4. He captado los criterios de selectividad de los interruptores automáticos para la protección de las instalaciones.

A.5. Me ha sorprendido la electromecánica del interruptor automático.

#### ACTIVIDAD 3.2. ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN. PROTECCIÓN CONTRA DEFECTOS DE AISLAMIENTO Y CONTACTOS.

A.1. Ahora entiendo el problema de la puesta a tierra en algún punto de la instalación de alimentación.

A.2. He aprendido la necesidad de la puesta a tierra de las masas de los aparatos (o su

conexión a un conductor de protección).

A.3. He comprendido la constitución y funcionamiento de un interruptor diferencial.

A.4. He entendido los diferentes esquemas de instalación existentes según su relación con respecto a tierra.

A.5. Ahora se donde situar protecciones diferenciales según el esquema de instalación existente.

A.6. Me ha hecho comprender la importancia que tiene el interruptor diferencial para la protección de las personas.

#### 4. ACTIVIDADES SOBRE GENERADORES Y MOTORES

##### ACTIVIDAD 4.1. ORIGEN DEL MOTOR DE INDUCCION. DISCO DE ARAGO

A.1. He entendido los diferentes elementos que forman parte del disco de Arago.

A.2. He comprendido el principio de funcionamiento del disco de Arago, es como el de un motor de inducción.

A.3. He aprendido los diferentes elementos que forman parte de un motor de Baily.

A.4. El motor de Baily funciona como un motor de inducción paso a paso.

A.5. He entendido como funciona un conmutador rotativo,

##### ACTIVIDAD 4.2. MOTOR DE INDUCCIÓN DE TESLA

A.1. He entendido los elementos básicos que forman parte de un motor de inducción.

A.2. He comprendido como funciona este motor monofásico de inducción.

A.3. He podido apreciar las diferencias entre los primeros motores y los actuales.

A.4. La importancia que tuvo el descubrimiento de este dispositivo para la transformación de energía eléctrica en energía mecánica.

A.5. La importancia que tuvo el motor eléctrico en la expansión del consumo eléctrico y el desplazamiento de la máquina de vapor.

##### ACTIVIDAD 4.3. GENERADOR ELEMENTAL DE MICHAEL FARADAY

- A.1. Como afectan los campos magnéticos a cargas eléctricas que se mueven en su seno.
- A.2. Como el movimiento de electrones de conductores en un campo magnético puede crear diferencias de potencial y, por tanto, fuerzas electromotrices.
- A.3. Como en un conductor, o una bobina, moviéndose en un campo magnético se pueden inducir fuerzas electromotrices en sus extremos.
- A.4. He aprendido el principio de funcionamiento del generador de Faraday, es como el de un dinamo o un alternador.

#### ACTIVIDAD 4.4. DINAMO DE PIXÍ

- A.1. He comprendido el fenómeno de inducción electromagnética en una bobina cilíndrica.
- A.2. Como el movimiento giratorio de dos bobinas sobre un imán, o viceversa, produce ondas de fuerza electromotriz ondulatorias.
- A.3. He visto y comprendido como actúan el colector de delgas y los anillos rozantes para extraer la fuerza electromotriz generada en las bobinas.
- A.4. Como actúa el colector de delgas y las escobillas como elementos conmutadores que transforman la fuerza electromotriz en semiperiodos positivos y negativos en otra con sólo semiperiodos positivos, a modo de rectificador de onda completa.

#### ACTIVIDAD 4.5. DINAMO SIEMENS

- A.1. He aprendido cada uno de los elementos que forman parte de un dinamo.
- A.2. He entendido como en una bobina moviéndose en un campo magnético constante se induce una fuerza electromotriz.
- A.3. He comprendido la onda de fuerza electromotriz generada en el inducido.
- A.4. He aprendido los elementos que forman parte de un colector de delgas.
- A.5. He entendido como el colector de delgas y las escobillas actúan como elemento conmutador y rectificador de la onda de fuerza electromotriz inducida en la bobina.
- A.6. He comprendido como de una onda de fuerza electromotriz senoidal se puede obtener una fuerza electromotriz cuasi-continua.
- A.7. He entendido lo que supuso la investigación y diseño de este dinamo en el

desarrollo de estas máquinas y los alternadores.

## 5. ACTIVIDADES SOBRE LINEAS DE DISTRIBUCIÓN

### ACTIVIDAD 5.1. DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

A.1. He visto los elementos básicos que describen una red de distribución de energía eléctrica.

A.2. He aprendido la importancia de los elementos redundantes en paralelo de una red de distribución.

A.3. He comprendido la importancia de la estructura en red o maya de un sistema de distribución.

A.4. He aprendido los diferentes tipos de transformadores que existen en la red.

A.5. He comprendido la importancia de las redes eléctricas de energía eléctrica en nuestra sociedad y sus repercusiones.

### ACTIVIDAD 5.2. PROTECCIONES EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN

A.1. He aprendido las diversas magnitudes que se pueden medir para activar un interruptor de protección en la red eléctrica de distribución.

A.2. He comprendido la naturaleza del arco eléctrico que se forma en la apertura de los contactos de un interruptor de protección.

A.3. He aprendido la necesidad de extinguir el arco en un interruptor automático para que la apertura del circuito sea efectiva.

A.4. He comprendido las diferencias entre un interruptor automático de gran volumen de aceite y los de pequeño volumen de aceite.

A.5. He aprendido los diferentes elementos básicos que forman parte de un interruptor automático de gran poder de corte.

A.6. He comprendido la importancia de los interruptores automáticos en la red de distribución de energía eléctrica y sus repercusiones.

### ACTIVIDAD 5.3. TRANSFORMADORES Y LÍNEAS

A.1. He aprendido los elementos básicos que forman parte de un transformador.

A.2. He entendido los distintos tipos de estructuras de los núcleos de los transformadores.

A.3. He entendido el principio de funcionamiento de un transformador.

A.4. He comprendido los diferentes elementos básicos que forman parte de una red de distribución.

A.5. He entendido los diferentes tipos de transformadores que existen en la red y la función que realiza en ella.

A.6. He entendido la diferencia que existe entre la transmisión de energía en corriente continua y la corriente alterna y el papel que juega el transformador en cada uno de dichos sistemas.

#### 5.4. DESARROLLO DE LAS LINEAS: CONDUCTORES Y AISLANTES

A.1. He aprendido la importancia que tuvo el desarrollo de las líneas telegráficas sobre la ciencia y tecnología de los cables eléctricos.

A.2. He comprendido la importancia que tienen los derivados poliméricos del petróleo para la fabricación de aislantes eléctricos.

A.3. Ha sido interesante tratar como funcionan las descargas atmosféricas y la misión que tiene un pararrayos, quizás los primeros instaladores eléctricos se dedicasen a su colocación.

A.4. He aprendido como funciona un telégrafo y el tipo de señales que envía.

A.5. He aprendido como está constituido un cable eléctrico y la función que tiene cada una de sus capas.

A.6. He comprendido la función que tienen los aisladores en las líneas y los materiales de los que están constituidos.

A.7. He aprendido las diferencias que existen entre los cables según su tipo de instalación.

A.8. He comprendido la importancia social que ha tenido tanto la expansión del telégrafo como de las líneas de distribución de energía.

### 6. ACTIVIDADES SOBRE TRANSFORMADORES

#### ACTIVIDAD 6.1. ORIGEN DE LOS TRANSFORMADORES II. EXPERIMENTO DE FARADAY

A.1. He aprendido los diferentes elementos que forman parte del experimento.

- A.2. He entendido como funciona el galvanómetro de hierro móvil.
- A.3. He comprendido las pulsaciones, u ondas transitorias, que se producen en la conexión y desconexión del transformador a una batería de tensión constante.
- A.4. He entendido como funciona el anillo de Faraday, es como un transformador, el experimento está hecho con corriente continua.
- A.5. Me sorprende la cantidad de aplicaciones que tiene el dispositivo.

## ACTIVIDAD 6.2. EVOLUCIÓN DE LOS NÚCLEOS DE LOS TRANSFORMADORES

- A.1. He aprendido los diferentes elementos que forman parte de un transformador monofásico.
- A.2. Las diferentes estructuras de los núcleos que puede poseer un transformador monofásico.
- A.3. He entendido las diferencias constructivas de los diferentes tipo de transformadores.
- A.4. El principio de funcionamiento de un transformador.
- A.5. La importancia del transformador en la transmisión de la energía eléctrica en corriente alterna.

## 7. ACTIVIDADES SOBRE ILUMINACIÓN

### ACTIVIDAD 7.1. DESARROLLO DE LA LÁMPARA DE DESCARGA POR IONIZACIÓN

- A.1. He aprendido los diferentes elementos que forman parte de una lámpara de descarga por ionización de gases.
- A.2. La importancia de la investigación para el desarrollo y mejora de un producto tecnológico.
- A.3. La incidencia de la iluminación eléctrica en diversos aspectos de la seguridad (se evitan incendios y explosiones de gas, permite la iluminación pública).
- A.4. Las aplicaciones que posee este tipo de lámparas en otros campos: reproducción de documentos, aplicaciones terapéuticas, etc.
- A.5. La influencia de disponer de fuentes de energía eléctrica duraderas.
- A.6. Permite ahorrar combustibles al no utilizarse de forma directa en los mismos

puntos de uso.

## ACTIVIDAD 7.2. ILUMINACIÓN DE UN CAMPO DE DEPORTE

- A.1. He comprendido qué es y como funciona una lámpara halógena.
- A.2. He aprendido qué es un proyector y las funciones que realiza.
- A.3. He aprendido las diferentes magnitudes que intervienen en el problema de iluminación y la relación que existe entre ellas.
- A.4. Ha sido interesante seleccionar una lámpara de catálogo según las magnitudes que intervienen.
- A.5. Ha sido interesante ver la evolución de los métodos de iluminación.
- A.6. Ha sido interesante ver los precedentes históricos de la lámpara de iluminación.

## 8. ACTIVIDADES SOBRE APLICACIONES VARIAS

### ACTIVIDAD 8.1. LOCOMOTORA ELÉCTRICA

- A.1. He comprendido los elementos básicos que forman parte de un ferrocarril eléctrico.
- A.2. Los elementos que forman parte de una locomotora eléctrica y como se transmite y transforma la energía eléctrica para su movimiento.
- A.3. He aprendido como se produce la tracción y desplazamiento de una locomotora sobre los raíles.
- A.4. La función y composición de un trafo y como realiza el contacto con la catenaria.
- A.5. La importancia del ferrocarril en nuestra sociedad y sus repercusiones.

### ACTIVIDAD 8.2. CALENTADOR DE AGUA

- A.1. He comprendido los elementos que forman parte de un calentador de agua.
- A.2. He entendido como se controla la temperatura del agua y el consumo de energía eléctrica.
- A.3. Los diferentes elementos que forman un circuito elemental.
- A.4. Las diferentes magnitudes que intervienen en un circuito elemental y la relación que existe entre las mismas.

### ACTIVIDAD 8.3. BOMBA DE ACHIQUE ELÉCTRICA

- A.1. He comprendido las partes fundamentales de una bomba de achique eléctrico.
- A.2. Las magnitudes que intervienen en el problema y las relaciones que existen entre ellas en el problema.
- A.3. He aprendido a seleccionar una bomba de achique según las magnitudes que intervienen en el problema utilizando las tablas del fabricante.
- A.4. Ha sido interesante el diseño del circuito de control.
- A.5. Ha sido interesante el montaje del circuito.

#### ACTIVIDAD 8.4. PROYECTO DE LINEA SUBTERRANEA DE DISTRIBUCION EN BAJA TENSION

- A.1. Ha sido interesante realizar una aplicación práctica de lo que estudiamos.
- A.2. He aprendido a utilizar la reglamentación vigente relacionada con este tipo de proyectos.
- A.3. He entendido como es la estructura de un proyecto y he aprendido a llevarlo a cabo.
- A.4. He aprendido como se realiza el presupuesto de un proyecto y la importancia de los costes.
- A.5. Ha sido interesante tratar las obras que hay que llevar a cabo y las repercusiones ambientales.
- A.6. He comprendido la importancia de los cálculos justificativos para determinar las dimensiones de los elementos que intervienen en la solución del problema.

#### **7.4.3. Resultados referentes a las actividades CTS que han resultado más interesantes para los alumnos a lo largo del curso**

Ya comentamos en el apartado anterior algunas de las opiniones de los alumnos sobre cada una de las actividades CTS realizadas en clase y los intereses que despertaban en ellos. A continuación exponemos los resultados obtenidos con relación a los diferentes tipos de actividades que los alumnos prefirieron a lo largo del curso. Recordamos que la cuestión que planteábamos (Cuestionario V) a los alumnos era: **Indica qué temas de conexión con la realidad o interacciones entre ciencia-tecnología y sociedad te ha gustado que se trataran en clase.**



En la tabla adjunta se muestra la frecuencia relativa en % (N=65) de las actividades que han tratado de diversos temas y que han resultado más interesantes para los alumnos.

<b>Temas</b>	<b>%</b>
Motores y generadores	13.8
Transformadores	10.8
Automatización	15.4
Energías varias	9.2
Iluminación	4.6
Batería de condensadores	3.1
Líneas	6.2
Proyectos	33.8
NS/NC	17.7

### **Comentario**

Debemos señalar que los temas son tan variados que pueden producir una sensación de dispersión, su diversidad debe verse como riqueza de temas diferentes a través de los cuales se pueden introducir las actividades CTS y de las múltiples especialidades que pueden existir en los ciclos de Formación Profesional.

Se observa cómo los alumnos escogen preferentemente proyectos relacionados con el diseño y cálculo de instalaciones eléctricas (33'8%), por ejemplo instalaciones eléctricas de viviendas, industrias o líneas, en las que además se tratan aspectos de CTS de la normalización y reglamentación técnicos (símbolos, valores mínimos exigidos, métodos de cálculo, coeficientes de seguridad exigidos, elementos de seguridad y protección, etc.) e impactos ambientales y su repercusión social. Estas actividades de proyectos son tareas de aprendizaje de larga duración que implican subtarefas de búsqueda, tratamiento y elaboración de información, diseños, montajes, etc., dentro de un contexto de contenidos previos en los que está inmerso dicho proyecto, y tocan diversos temas: instalaciones eléctricas en viviendas, oficinas, industrias y edificios, líneas de suministro eléctrico a diversos dispositivos, tendido de

líneas aéreas y subterráneas, bobinados de motores, instalación de motores y transformadores, ahorro de energía eléctrica, automatización de circuitos, etc.

Le siguen en menor proporción actividades más específicas relacionadas con diferentes contenidos: máquinas eléctricas (generadores y motores de corriente continua y corriente alterna), automatización de instalaciones, generación de energía y líneas de transporte, facturación de energía eléctrica y utilización de baterías de condensadores para mejora del factor de potencia, etc., en la proporción que se indica en la tabla superior. El porcentaje de alumnos que no saben o no contestan es del 17,7%.

## 7.5. RESULTADOS OBTENIDOS REFERENTES A QUE LOS PROFESORES VALORARÁN POSITIVAMENTE LA PROPUESTA DEL CONJUNTO DE ACTIVIDADES

En relación a esta subhipótesis elaboramos un diseño experimental formado por un cuestionario que fue pasado a 12 compañeros que cursan enseñanzas de la misma modalidad en diferentes centros. Los resultados son los que se muestran en la tabla adjunta para cada uno de los ítems del cuestionario:

Aspectos valorados	Media	$\sigma$
Presenta aplicaciones de la ciencia y la tecnología en la sociedad y establece relaciones cualitativas	8.9	0.66
Facilitará la adquisición de conceptos y procedimientos científicos	7.8	0.79
Facilitará el cambio conceptual al permitir que los alumnos manifiesten sus ideas previas a través de la emisión de hipótesis, su contrastación y la extracción de conclusiones, de acuerdo a una metodología científica	7.7	0.82
Aumentará las actitudes positivas y los intereses de los alumnos hacia el estudio de la ciencia y las tecnologías asociadas	7.7	0.55
Estaría dispuesto a la aplicación de algunas de ellas	7.1	0.79

relacionadas con las asignaturas que imparto		
--	--	--

Comentario:

A pesar de que el número de encuestados no es muy alto, debido al escaso número de centros en que se imparten estas enseñanzas, parece que hay unanimidad en la valoración positiva del conjunto de actividades CTS propuestas. Así la opinión de que presentan aplicaciones de la ciencia y la tecnología en la sociedad y establece relaciones cualitativas es valorado con un 8'9. Los profesores valoran que facilitará la adquisición de conceptos y procedimientos científicos con un 7'8. La opinión de que facilitará el cambio conceptual al permitir que los alumnos manifiesten sus ideas previas a través de la emisión de hipótesis, su contrastación y la extracción de conclusiones, de acuerdo a una metodología científica obtiene una media de 7'7. La valoración de que aumentará las actitudes positivas y los intereses de los alumnos hacia el estudio de la ciencia y las tecnologías asociadas adquirió una media de 7'7.

Lo cual confirma nuestra hipótesis de que los profesores valoran positivamente la propuesta de actividades CTS presentadas.

## **CAPITULO 8**

### **CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS**



## **8. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS**

### **8.1. INTRODUCCIÓN**

Como ya mencionamos al inicio de este trabajo de investigación, diversas investigaciones en didáctica de las ciencias experimentales y sociales han puesto de manifiesto que el interés de nuestros alumnos hacia las ciencias decrece a medida que aumenta su período de escolarización, y que ello sea posiblemente debido a imágenes descontextualizadas de la ciencia con la tecnología, la sociedad y la naturaleza, a los profesores y sus métodos de enseñanza y a la falta de conexión de lo que estudian con la realidad y su aplicabilidad en el entorno.

En esta investigación hemos tratado de esclarecer, poner de manifiesto y analizar, en alumnos de Formación Profesional específica de grado superior, las concepciones que poseen sobre las complejas relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y naturaleza, las motivaciones e intereses que poseen hacia el estudio de las ciencias experimentales (electromagnetismo) y las tecnologías asociadas (electrotécnicas) y, diseñar y proponer un tipo de actividades que modifique sus concepciones deformadas o incompletas, aumente su interés y mejore sus actitudes hacia el estudio y aprendizaje de las mismas.

Hemos realizado nuestra investigación dentro de un marco constructivista de los procesos de enseñanza y aprendizaje, un cuerpo coherente de conocimientos en didáctica, basándonos en los cuales hemos realizado el diseño de las actividades CTS, teniendo en cuenta las ideas previas de los alumnos y los contenidos impartidos, intentando lograr así la consecución de los objetivos trazados: modificación de las ideas erróneas o ampliación de las incompletas y mejora de actitudes en relación al estudio de las ciencias experimentales y las tecnologías asociadas. Hemos basado nuestra

investigación en dos hipótesis, las cuales hemos descompuesto en diversas subhipótesis derivadas de las mismas, que hemos tratado de verificar mediante un diseño múltiple para tratar de confirmarlas, cuyas conclusiones presentamos en las siguientes páginas, que son una recapitulación de las diferentes conclusiones obtenidas en cada uno de los diseños experimentales asociados a las hipótesis de trabajo de la investigación, para concluir con las diferencias fundamentales obtenidas entre el grupo de control y experimental en el cual realizamos actividades CTS.

Por último expondremos las perspectivas que junto a otros trabajos de investigación similares se pueden abrir en este campo de investigación.

## **8.2. CONCLUSIONES DEL DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA VERIFICACIÓN DE LA PRIMERA HIPÓTESIS**

La primera hipótesis que hemos tratado de verificar es que: **En la enseñanza de la ciencia física (electromagnetismo) y de las tecnologías asociadas (electrotécnicas) se proporciona en ocasiones una imagen aislada de su contexto social, predominantemente teórica y cuantitativa, que ignora su conexión con el mundo circundante, así como sus aplicaciones en el entorno natural y social, adquiriendo los alumnos una visión incompleta y distorsionada de la ciencia y de la tecnología, descontextualizada del medio natural y social.**

Consecuencia de la anterior, y como segunda parte de la hipótesis, es que: **Posiblemente esto pueda ser una de las causas de falta de interés, rechazo y actitudes negativas hacia el estudio y aprendizaje de las ciencias y sus tecnologías asociadas y prefieran la realización de prácticas.**

Esta hipótesis la operativizabamos para desglosarla en diversas subhipótesis que permitían desarrollar métodos de contrastación convergentes, y estaban relacionados con los libros de texto, las ideas de los profesores, el origen y las concepciones de los alumnos sobre las relaciones CTS y las actitudes e intereses de los alumnos.

### **8.2.1. 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.**

En efecto, el análisis de los resultado del diseño experimental, aplicando el Cuestionario de Libros, mostraron que sólo el 8'5% de los capítulos de los textos analizados pretende sacar las preconcepciones de los alumnos sobre los temas que se tratan.

En general, cuando se mencionan científicos se insertan sus aportaciones a nivel de contenidos, pero sólo en el 1'2% de los capítulos de los libros analizados se aportan actividades a través de las cuales se pueden contextualizar.

Sólo el 18'8% de los capítulos de los libros de electrotecnia analizados plantean algún tipo de situación problemática (diseño de la práctica, búsqueda 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, procedimental y actitudinal.

Tan sólo en un 1'5% de los capítulos analizados se trata el tipo de problemas que ha resuelto la ciencia y la tecnología, bien en la actualidad o a lo largo de la historia. Sólo se plantea en un 1'5% de los capítulos el papel que la ciencia y la tecnología a jugado en la modificación y preservación del medio ambiente. En ninguno de los libros de texto se trata el papel que la ciencia y la tecnología juega y ha jugado en la sociedad. Sólo se muestra en un 5'0% de los capítulos el papel jugado por la sociedad, con sus problemas y necesidades, sobre la evolución de la ciencia y la tecnología. En pocos



capítulos (14'1%) de los libros se muestran aplicaciones de la ciencia y la tecnología en la vida cotidiana o la industria. Sólo en un 3'1% de los textos analizados se muestra la ciencia y la tecnología como una obra colectiva que se realiza en organizaciones sociales, tales como empresas, industrias y universidades. No existen actividades en la que los alumnos tengan que hacer valoraciones críticas, sopesar ventajas e inconvenientes y tomar decisiones.

Se confirman así las subhipótesis emitidas en la primera hipótesis referidas al tratamiento de las relaciones CTS en los textos.

### **8.2.2. Referidas a profesores**

Con relación a los profesores emitíamos la subhipótesis de que: **Posiblemente, no 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 efecto, aplicando el Cuestionario I de Profesores se obtuvo que si bien un 58'1% de los profesores estaría dispuesto a la realización de actividades CTS en sus clases, sólo un 39'5% especifica de qué tipo serían. Un 30'2% de los mismos no sabe o no contesta, y un 11'6% contesta que no las realizaría en el desarrollo de sus programas.

Con relación a la consideración que los profesores encuestados realizan sobre el tipo de actividades CTS en sus clases, el orden de importancia de los temas a tratar relacionados con ellas son los siguientes: aplicaciones en la vida diaria, nuevas tecnologías, repercusiones sociales o cambios de costumbres y usos, repercusiones en la industria, problemas y soluciones con la ciencia y la tecnología, realización de prácticas, utilización de videos y visitas a empresas. En menor proporción, repercusiones en la naturaleza, realización de proyectos y prácticas en empresas.

### 8.2.3. Referidas a concepciones de los alumnos de control

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, descontextualizada y acrítica, y una actitud negativa hacia el estudio de las mismas.**

Confirmada con los resultados obtenidos con la aplicación del Cuestionario I de Alumnos, cuyas conclusiones son las siguientes:

1. Si bien se consideran las teorías y conceptos referidas a las ciencias físico químicas relacionadas con las tecnologías, se consideran en baja proporción los métodos de investigación (9'8%) y su conexión con las tecnologías asociadas y sus aplicaciones (13'7%), lo que genera actitudes positivas en un 37'3%, y unas visiones negativas de la ciencia del 23'5%.
2. En relación a la definición de las ciencias físico- químicas se consideran en pequeña proporción las explicaciones que da la ciencia con sus métodos de investigación y sus teorías (5'9%) y las aplicaciones que su conocimiento puede tener para resolver problemas (7'8%), tanto en el orden personal como en el social. También existe un porcentaje relativamente alto que no contestan o no saben definir qué es una ciencia físico química (39'2%).
3. En relación a las tecnologías asociadas a las ciencias físico –químicas, los alumnos consideran sus teorías o conceptos (37'3%), sus aplicaciones prácticas (58'8%) como solución de problemas, consideran sus métodos (11'8%) o procedimientos de investigación y solución de problemas (15'7%) en su dimensión científica (emitir hipótesis, analizar, medir, calcular, comparar, realizar y contrastar, etc.), lo cual genera visiones negativas (17'6%). Además sólo un 9'8% la asocia a ciencia.

4. Aunque un porcentaje importante de los alumnos considere la dimensión científica (49%) y las aplicaciones de la tecnología (49%), no se considera en ella la necesidad de plantearse preguntas o enigmas y buscar explicaciones (9'8%) mediante métodos de investigación científica. También un grupo de alumnos no quieren o no saben definir qué es la tecnología (13'7%), y se realiza una tautología en un 60'8% de los casos y un 15'7% la definen como una asignatura.
5. Un 19'6% no contesta o no sabe definir lo que es un buen científico o científica. Consideran en baja proporción que los científicos estudian (27'5%), investigan (29'4%), descubren y resuelven problemas (15'7%). Las imágenes más incompletas o distorsionadas que poseen son: la decimonónica de inventor (19'6%) relacionada en parte con las patentes, recopilador de datos de tipo empirista y atórico (3'9), genio (11'8%), neutral (2'0%) y desinteresado (3'9%).
6. En relación a los factores que influyen en el desarrollo científico y tecnológico se consideran en baja cuantía los factores económicos (35'3%), las políticas gubernamentales (5'9%), las demandas sociales (11'8%), la industria (0%), las culturales (2%), el régimen político (0%), los estudios y la preparación (15'6%), los antecedentes históricos en el desarrollo científico y tecnológico (0%), el trabajo y la dedicación (9'8%) y las personas que se dedican a ello (15'7%).
7. Un porcentaje importante de alumnos (aproximadamente 62'8%) no saben citar situaciones de influencia de la sociedad a lo largo de la historia sobre el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Sólo un 3'9% indica una situación, 17'6% dos situaciones y un 15'7% tres situaciones.
8. Sólo un 27'5% de los alumnos mencionan a la vez ventajas e inconvenientes de la ciencia y la tecnología en la vida de los hombres. Un 11'8% sólo mencionan aspectos negativos y un 31'4% sólo aspectos positivos. Un 29'4% no saben o no contestan.

9. Sólo un 11'7% de los alumnos creen que pueden o podrían tener alguna influencia sobre el desarrollo y evolución de la ciencia y la tecnología, un 56'8% expresan que no, y un 31'3% no sabe o no contesta. Las razones más importantes dadas de forma afirmativa o condicional son: obteniendo un título (15'6%), desarrollando algún método o artefacto (11'7%), con dinero o medios (7'8%), con el estudio (5'9%), siendo una persona importante o influyente (3'9%) y ejerciendo como profesional (3'95). Algunas razones del “no” son que no le gusta estudiar (2%), que no es genio o superdotado (3'9%), que todo está inventado (2%) y desilusión (5'9%).

En relación a las visiones negativas que los alumnos poseen sobre la enseñanza y aprendizaje de las ciencias físico- químicas y las tecnologías asociadas (expresadas en las cuestiones 1 y 3), estas se relacionan con: la dificultad (13'7%-7'8%), el formalismo, la exactitud y la calculadora (3'9%-3'6%), el aburrimiento para algunos alumnos (9'8%-3'9%) y los suspensos (2%-3'9%). En cuanto a los peligros de la ciencia y la tecnología en relación al medio social y natural (3'9%-3'9%), se relacionan con deshumanización y peligros medioambientales

#### **8.2.4. Referidas al origen de las concepciones de los alumnos de control**

Emitíamos como subhipótesis de la primera hipótesis que los alumnos: **No valoraran suficientemente a los profesores como origen de sus concepciones sobre ciencia y tecnología.**

Que queda confirmada por el análisis del origen multifactorial de la imagen de la ciencia que poseen los alumnos, a través del Cuestionario II de Alumnos, cuyas conclusiones más importantes son:

1. Los alumnos leen algún artículo de divulgación científica sólo en un 56'2%, las revistas más citadas en este campo son: MUY INTERESANTE (25%), QUO (22'95), NATIONAL GEOGRAPHIC (4'2%), NEWTON (8'3%) o CNR (8'3%).
2. Los alumnos ven algún programa científico en televisión en un 66'7%, los programas más citados son los documentales de TVE2 (43'8%).
3. Sólo un 22'9% de los alumnos leen algún libro de divulgación científica.
4. Un 54'2% de los alumnos opina que la imagen que se da de la ciencia y los científicos que se transmite por los medios se parece algo a la que se da en clase.
5. Los alumnos asignan el origen de sus ideas sobre la ciencia y los científicos y su relación con la tecnología y la sociedad (en una escala de 0 a 10) sólo con un 5'75 a los profesores de ciencias y con un 0'96 a los profesores de otras asignaturas, es decir, no valoran suficientemente las aportaciones de los profesores de ciencias ni los de otras asignaturas.

### **8.2.5. Sobre intereses y actitudes de los alumnos de control**

Como segunda parte de la primera hipótesis, como consecuencia de la imagen deformada que se transmite de las relaciones CTS, enunciábamos que: **Posiblemente pueda ser una de las causas de falta de interés, rechazo y actitudes negativas hacia el estudio y aprendizaje de las ciencias y las tecnologías asociadas y prefieran la realización de prácticas.**

Esta subhipótesis queda confirmada con las siguientes conclusiones obtenidas del Cuestionario III de alumnos:

1. Los alumnos sólo dan una media de 5'5 al interés que las enseñanzas recibidas hasta la actualidad han despertado en ellos hacia el estudio de la ciencia, las tecnologías asociadas y sus aplicaciones.
2. Las mayores motivaciones de los alumnos son extrínsecas (encontrar trabajo, 83'9%), seguidas de motivaciones intrínsecas académicas como saber más (60'9%) y saber hacer (49'4%).
3. Los aspectos que pueden aumentar el interés en los alumnos hacia los estudios de electricidad y sus aplicaciones son la metodología de los profesores (24'2%), más prácticas (22%), visitas a fábricas e industrias (16'5%), más y mejores materiales (15'4%) para realizarlas, mejores prácticas (12'2%), conexión con la realidad (13'2%), nuevas tecnologías (9'9%) y obtener trabajo (9'95%).
4. Los aspectos que más valoran para que los estudios que realizan sean más interesantes son la realización de prácticas (8'37) poseer más materiales para realizarlas (8'25) y la conexión teoría- prácticas (7'76) y la metodología del profesor (7'53). Otros factores como la actitud de los compañeros (ambiente en clase) o la evaluación no se valoran tanto.
5. Los aspectos que pueden contribuir a crear una actitud desfavorable o de desinterés hacia los estudios que realizan son: los profesores (55'2%) y su metodología (16'1%), los materiales de prácticas (24'1%), los compañeros (11'5%), y prácticas insuficientes (10'3%). Se observó por la tabla de contingencias que el factor de mayor peso en cuanto a compañeros y profesores es la relación, ya humanamente problemática.
6. Existe una proporción significativa de alumnos (31'6%) que no valoran la metodología científica como medio de resolución de problemas.

### **8.3. CONCLUSIONES DEL DISEÑO EXPERIMENTAL DE LA SEGUNDA HIPÓTESIS**

Recordemos que la segunda hipótesis era que: **Es posible un tratamiento didáctico de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente que, teniendo en cuenta las ideas alternativas de los alumnos, aumente su interés y mejore sus actitudes hacia el estudio y aprendizaje de las ciencias experimentales (electromagnetismo) y las tecnologías asociadas (electrotécnicas), y proporcione una imagen más contextualizada y completa, menos distorsionada de las mismas.**

Esta hipótesis la operativizabamos para desglosarla en diversas subhipótesis que permitían desarrollar métodos de contrastación convergentes, y estaban relacionados con la posibilidad de desarrollar actividades CTS con una metodología constructivista, que serán valoradas positivamente por los profesores, que mejorará las concepciones de los alumnos sobre las relaciones CTS, aumentará su interés y actitudes por el estudio de las ciencias y las tecnologías asociadas y por los procesos de enseñanza-aprendizaje. A continuación pasamos a exponer las conclusiones obtenidas.

Pasamos a exponer las diferencias más importantes encontradas entre los grupos experimentales y de control referidas a las concepciones incompletas o distorsionadas sobre las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, sus posibles orígenes, así como las diferencias en actitudes (motivaciones e intereses) entre ambos grupos en relación a los procesos de enseñanza y aprendizaje. Así mismo exponemos las opiniones que otros profesores han realizado sobre las actividades CTS diseñadas para llevar a cabo esta investigación.

### **8.3.1. Es posible la elaboración y diseño de materiales para actividades CTS de acuerdo a una metodología constructivista, que sirvan para contextualizar la ciencia y la tecnología y mejorar las actitudes de los alumnos, especificando los criterios de elaboración**

Para ello se ha elaborado un conjunto de actividades CTS que se pueden insertar en los programas habituales, como se menciona en el capítulo 6, de tal modo que los alumnos puedan comprender conocimientos científicos y tecnológicos, al tiempo que entienden la relación que existe entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente. Una muestra del conjunto de actividades se presenta en el anexo al capítulo 6 y otra en el anexo a este trabajo de investigación, junto con un comentario a cada una de las actividades para guía del profesor. Cada actividad consta de varios apartados que pueden ser realizados o no según el criterio del profesor.

### **8.3.2. La introducción de las actividades CTS con una metodología constructivista, basada en el cambio conceptual, metodológico y actitudinal, que tenga en cuenta las ideas previas de los alumnos, mejorará sus ideas sobre las relaciones existentes entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente, disminuyendo sus concepciones incompletas o erróneas sobre las mismas.**

Para ello se pasó el Cuestionario I y II de Alumnos al grupo experimental y se contrastaron los resultados con el grupo de control, confirmando nuestras subhipótesis. Algunas de las conclusiones son las siguientes:

#### **8.3.2.A. CONCLUSIONES RESPECTO A LAS CONCEPCIONES EN TORNO A LAS RELACIONES CTS.**



En relación a lo que los alumnos piensan sobre las ciencias físico- químicas, en la cuestión (I-1), “*Escribe cinco palabras que expresen para ti lo que son las ciencias físico-químicas*”, en el grupo experimental los alumnos contestan más, son mayores (con diferencias superiores al 20%) las palabras relacionadas con distintas dimensiones de la ciencia: conceptos, procedimientos, investigación y tecnología. Así mismo en el grupo experimental son mayores las expresiones positivas en relación a la ciencia que denotan actitudes positivas (48’6% frente al 37’3%) y son menores las visiones negativas mayoritariamente relacionadas con los procesos de su aprendizaje (11’4% frente al 23’5%). En la cuestión (I-2), “*Define según tu criterio lo que es una ciencia físico-química*”, en el grupo experimental aumenta el número de alumnos que saben hacer una definición amplia de la ciencia (61’4% frente a 41’2%), y con diferencias superiores al 22% la consideran estudio, explicaciones de los fenómenos físicos y utilizan más expresiones positivas que denotan actitudes positivas hacia la ciencia.

En relación a los que piensan los alumnos sobre tecnología, en la cuestión (I-3), “*Escribe cinco palabras que expresen para ti lo que es la tecnología*”, en el grupo experimental es mayor (con diferencias superiores al 20%) la relación de las tecnologías con los conceptos y los procedimientos que se utilizan en ella, la consideración de su aplicabilidad (71’4% frente a 58’8%), su dimensión científica (21’4% frente al 9’8%), la expresiones positivas que denotan actitudes positivas (70% frente al 62’7%), disminuyendo las visiones negativas (14’4% frente a 21’5%) especialmente relacionadas con su enseñanza. En la cuestión (I-4), “*Define según tu criterio lo que es la tecnología*”, en el grupo experimental se realizan menos tautologías (2’9% frente al 60’8%) y se considera más que en el grupo de control (con diferencias superiores al 21%): una asignatura, estudio y búsqueda de explicaciones. Además considera en mayor grado la aplicabilidad de la tecnología (61’4% frente al 49%), su dimensión científica (55’7% frente al 49%) y aumentan las expresiones positivas que denotan actitudes positivas hacia la misma (24’3% frente al 19’6%).

En cuanto a los científicos y científicas se les planteo la cuestión (I-5), “*Explica brevemente lo qué es para ti un buen científico o científica.*”, resultando que en el grupo experimental disminuyen las concepciones erróneas en relación a los científicos y científicas (inventor que realiza patentes, genio, neutral, desinteresado), aumentando la

consideración del tipo de tareas o trabajos que realizan: Estudian (34'3% frente a 27'5%), investigan (40% frente a 29'4%), realizan descubrimientos y resuelven problemas (30'4% frente a 15'7%), mejoran la vida (37'1% frente al 27'5%), recopilan datos en relación a algunas de las tareas anteriores (4'3% frente al 0%) y trabajan (21'4% frente al 15'7%).

En relación al desarrollo científico y tecnológico se les planteo la cuestión (I-6), *“Indica de qué factores dependerá, según tu criterio, el desarrollo científico y tecnológico”*, resultando que el grupo experimental considera mucho más los factores sociales e individuales de influencia sobre el desarrollo de la ciencia y la tecnología: los económicos (58'6 frente a 35'3%), los gubernamentales (32'9% frente a 4'95), las demandas sociales (28'6% frente a 13'7%), la investigación (28'6% frente a 11'8%), la industria (15'7% frente a 0%), los culturales (7'1% frente a 2%), el régimen político (17'1% frente a 0%), los estudios y la preparación (22'9% frente al 15'6%), los medios (31'4% frente al 19'6%), los precedentes históricos en su desarrollo (10% frente al 0%), las personas (27'1% frente a 15'7%) y el trabajo y la dedicación (25'7% frente al 9'8%).

En cuanto a lo que piensan sobre las influencias de la sociedad sobre el desarrollo de la ciencia y la tecnología, se les planteo la cuestión (I-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”*, resultando que los alumnos del grupo experimental hacen más consideraciones y citas de las influencias sociales a lo largo de la historia sobre el desarrollo de la ciencia y la tecnología: citan tres (41'4% frente a 15'7%), citan dos (28'6% frente a 17'6%) y sólo uno (18'6% frente al 3'9%). Hacen más referencias a situaciones económicas tales como revoluciones comerciales, industriales y tecnológicas (44'3% frente al 25'5%), socio-políticas (32'9% frente al 7'8%) y guerras y conflictos (34'3% frente al 19'6%)

Para valorar su juicio sobre el papel que juega la ciencia y la tecnología, se les planteo la cuestión (I-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.”*, resultando que en el grupo experimental se sopesa mejor las ventajas e

inconvenientes del desarrollo de la ciencia y la tecnología en la vida del hombre (valoración de aspectos positivos y negativos), siendo una crítica más equilibrada y menos polarizada (54'3% frente al 27'5%). En el grupo experimental sólo mencionan aspectos positivos un 32'9% frente a un 31'4%, o negativos un 7'1% frente a un 11'8%. Con diferencias superiores al 18%, las ventajas más consideradas son el nivel y calidad de vida, la salud, la cultura y el desarrollo, entre los inconvenientes más citados están la contaminación, la deshumanización, la guerra y los conflictos, la mala ética en el uso de la ciencia y la tecnología y los intereses.

En relación a la posibilidad personal que los alumnos creen que tienen de influir sobre el desarrollo de la ciencia y la tecnología, se planteó la cuestión (I-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 .*", resultando que el grupo experimental se expresa más en esta cuestión (80% frente al 68'5%), siendo mayores los índices de los que creen que sí (35'7% frente al 11'7%) y menores los que creen que no (44'3% frente al 53'6%) pueden influir sobre el desarrollo de la ciencia y la tecnología. En el grupo de control son mayores los no condicionales. Las razones más citadas son los estudios, obteniendo un título, ejercer como profesional, desarrollando algún método o aparato, ejerciendo como consumidor, participando en organizaciones sociales, teniendo dinero o medios, siendo una persona influyente, etc.

Por último, con referencia a las visiones negativas que los alumnos poseen sobre la enseñanza y aprendizaje de las ciencias físico- químicas y las tecnologías asociadas (expresadas en las cuestiones I-1 y I-3), son menores en el grupo experimental (23'5%-21'5% frente al 11'4%-14'4%). Estas se relacionan principalmente con la dificultad (13'7%-7'8% 4'3%-4'3%), el formalismo, la exactitud y la calculadora (3'9%-2% frente a un 2'9%-2'9%), es aburrido para algunos alumnos (9'8%-3'9% frente a un 1'4%-7'2'9%) y los suspensos (2%-3'9% frente a un 1'4%-1'4%). En cuanto a los peligros de la ciencia y la tecnología en relación al medio social y natural (3'9%-3'9% frente a un 1'8%-2'9%), se relacionan con deshumanización por la máquina y peligros medioambientales

Los resultados anteriores confirman nuestra hipótesis, los alumnos experimentales poseen una imagen más amplia y contextualizada de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y naturaleza.

### **8.3.3. La introducción de las actividades CTS con una metodología basada en el cambio conceptual, metodológico y actitudinal de los estudiantes producirá en ellos un aumento de interés y una mejora de actitudes con relación al estudio de las ciencias y las tecnologías asociadas y hacia los procesos de enseñanza y aprendizaje.**

Para ello se pasaron los cuestionarios II a V de Alumnos al grupo experimental y se contrastaron los resultados con el grupo de control, confirmando nuestras subhipótesis. Algunas de las conclusiones son las siguientes:

#### **8.3.3.A. CONCLUSIONES RESPECTO A INTERESES Y ACTITUDES LOS ALUMNOS. CUESTIONARIOS III**

Las conclusiones que podemos obtener entre las diferencias observadas entre los grupos de control y el experimental, en cuestionarios anónimos, son las siguientes:

En referencia al interés que ha despertado la enseñanza recibida hasta la actualidad, planteamos la siguiente cuestión (III-1), “*Valora (de 0 a10) si la enseñanza recibida hasta la actualidad han despertado tú interés por la ciencia, la tecnología y sus aplicaciones*”, obteniéndose que los alumnos del grupo experimental muestran una valoración más alta de las enseñanzas recibidas hasta la actualidad sobre ciencia y tecnología (6’2 frente a 5’5 de media).

Con relación al cambio de motivaciones (cuestión III-2), se ha conseguido aumentar en los alumnos experimentales las motivaciones intrínsecas relacionadas con sus estudios en una media del 16’3% respecto al grupo de control, a costa de una reducción de las extrínsecas.

En referencia a los factores del proceso de enseñanza aprendizaje de las, se les planteo la cuestión (III-3); “*Señala los factores que aumentan o pueden aumentar tu interés hacia los estudios que realizas de las ciencias y tecnologías asociadas y sus aplicaciones*”, obteniéndose que los alumnos experimentales que han utilizado en las clases las actividades de interacción CTS, valoran positivamente la inclusión de estos aspectos como un factor que puede hacer aumentar su interés hacia el estudio de la electricidad y sus aplicaciones, dando resultados más elevados que el grupo de control en la categoría “conexión con la realidad” (49% frente al 13’8%).

En relación a la valoración en lista cerrada de distintos factores del procesos de enseñanza y aprendizaje, en una escala de (0 a 10), se les planteo la cuestión (III-4), “*Valora (de 0 a 10), de los factores que se indican, los que crees más importantes para que los estudios que realizas sean más interesantes*”, se obtuvo que los alumnos experimentales valoran con mayores calificaciones las categorías como “la conexión teoría-prácticas”, “materiales de prácticas”, “conexión teoría realidad”, “tratar relaciones CTS”, fábricas e industrias, etc.

Para analizar que factores podrían crear una actitud desfavorable hacia los procesos de enseñanza aprendizaje, se les planteo la cuestión (III-5) abierta, “*Expresa que aspectos contribuyen o pueden contribuir a crear una actitud desfavorable o de desinterés hacia los estudios que realizas*”, resultando que tanto los alumnos de control como experimentales señalan como factores que más pueden crear una actitud desfavorable hacia los estudios son: los profesores, su metodología, los compañeros, el material insuficiente, los contenidos poco útiles, las prácticas insuficientes y la evaluación. Los alumnos experimentales contestan más a esta cuestión y señalan con mayor tasa la ausencia de las relaciones CTS.

En relación al tipo de prácticas realizadas y preferidas (cuestión III-6, a y b), el grupo experimental aprecia más los diseños experimentales y prácticas de tipo investigativo (problemáticas) en las que hay que utilizar metodologías científicas (84% frente a 56’6%) ya que las han realizado más (55’1% frente a 27’6%) en los diferentes módulos o asignaturas. De las tablas de contingencias de ambos grupos, mostradas en el

Capítulo IV, se deduce que para que las tendencias entre la idea de prácticas realizadas y preferidas sean máximamente coincidentes las prácticas a realizar deberían ser semidirigidas con procesos de investigación.

Los resultados obtenidos anteriormente confirman nuestras hipótesis de que el interés y las actitudes hacia los procesos de enseñanza y aprendizaje de los alumnos mejora con la introducción de metodologías científicas para resolver problemas, y con actividades que tratan sobre las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad.

#### 8.3.3.B. CONCLUSIONES RESPECTO AL INTERÉS DESPERTADO POR LAS ACTIVIDADES CTS EN LOS ALUMNOS. CUESTIONARIOS IV Y V

En los resultados del Cuestionario V de alumnos en el capítulo 7 se recogen los diferentes temas de interés para los alumnos a través de los cuales se pudo realizar la introducción y realización de las actividades CTS, uno de los temas que despertó el mayor interés fue la realización de proyectos (con un 33'8%), tanto en su vertiente documental como práctica.

También el cuestionario IV muestra las opiniones expresadas por los alumnos en diferentes actividades CTS realizadas, que es acorde con un aprendizaje significativo.

Lo cual confirma nuestra hipótesis de que la introducción de actividades CTS en el desarrollo de los programas habituales despierta el interés y mejora las actitudes de los alumnos hacia el estudio y aprendizaje de las ciencias y tecnologías asociadas.

#### **8.3.4. La propuesta de actividades elaborada es valorada positivamente por los profesores a los que se les ha presentado.**

La propuesta metodológica aquí expuesta, que introduce actividades CTS en los programas habituales para la enseñanza de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente, ha sido calificada por los profesores de diferentes centros con una media global de 7'84 en una escala de 10. Los aspectos valorados por los profesores son los siguientes: presenta aplicaciones de la ciencia y la tecnología en la sociedad y establece relaciones cualitativas (media 8.9), facilitará la adquisición de conceptos y procedimientos científicos (media 7'8), facilitará el cambio conceptual al permitir que los alumnos manifiesten sus ideas previas a través de la emisión de hipótesis, su debate y la extracción de conclusiones (media 7'7), aumentará las actitudes positivas y los intereses de los alumnos hacia el estudio de las ciencias y las tecnologías asociadas (media 7'7), estarían dispuestos a la aplicación de algunas de ellas relacionadas con las asignaturas que imparten (media 7'1).

Lo cual confirma nuestra hipótesis de que la propuesta aquí presentada es valorada positivamente por aquellos profesores que llegan a conocerla.

#### **8.4. PERSPECTIVAS**

Los resultados obtenidos en nuestra investigación confirman los resultados obtenidos por Solbes y Vilches (1992, 1995 y 1997) y Vilches (1993), un tratamiento adecuado de las relaciones CTS mejora las motivaciones y actitudes de los alumnos para el estudio y aprendizaje de la ciencia y las tecnologías asociadas, mejora la imagen de éstas, disminuyen las concepciones erróneas e incompletas, aumenta el conocimiento de las aplicaciones de las mismas y su conexión con la realidad, así como las implicaciones sociales y ambientales que poseen. Así mismo aumenta el sentido crítico equilibrado al ver tanto las ventajas como inconvenientes que poseen, haciendo de los alumnos ciudadanos responsables y conscientes de sí mismos. Además las actividades CTS sirven como elementos motivadores estructurantes de los conceptos y principios estudiados por los alumnos y de detección de concepciones erróneas o incompletas.

Hemos constatado que la utilización de elementos de la evolución e historia de la ciencia y la tecnología (Solbes y Traver 1996 y 2001), a través de diferentes experimentos y artefactos asociados, permite a los alumnos reconstruir y comprender los conceptos y principios en que se fundamentan las tentativas y mejoras científicas y tecnológicas logradas, así como las posibles aplicaciones que poseen.

Hemos contrastado que la utilización de actividades de relación entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente ha modificado las motivaciones extrínsecas de los estudiantes hacia aquellas de carácter intrínseco que implican la motivación al logro y el impulso cognitivo, una tarea importante desde el punto de vista educativo.

También hemos cotejado que la consideración de la ciencia y la tecnología como estudio e investigación de objetos y procesos físicos, cuyos resultados son aplicables en la vida diaria y la sociedad, mejora el interés y las actitudes hacia el aprendizaje de las ciencias y las tecnologías asociadas.

Creemos que un adecuado tratamiento de las relaciones CTS ayudaría a aumentar el interés y mejorar las actitudes de los alumnos por contenidos de las asignaturas, mejoraría la metodología del profesor y aumentaría la conexión con la realidad de los contenidos impartidos, aumentando su utilidad. Además, por su naturaleza intrínseca, estas actividades bien planteadas ayudarían a mejorar el ambiente en clase. La ausencia de actividades CTS en los libros de texto puede dar oportunidad a los profesores para crear materiales que traten dichos aspectos en diferentes momentos del curso para ser realizadas en clase, integradas en los programas didácticos usuales (Aguilar, Marco-Stiefel e Ibáñez 2000).

A lo largo de esta investigación han surgido diferentes aspectos relacionados con ella, los cuales creemos que podrían ser interesantes para ser tratados en otras investigaciones, entre los cuales pueden citarse el papel e influencia que pueden poseer:

- Los materiales de realización de prácticas sobre otros aspectos del proceso de enseñanza aprendizaje.



- Otros profesores que no son de ciencias sobre las concepciones CTS.
- Los medios de comunicación de diversa índole sobre las concepciones CTS.
- Los catálogos técnicos como fuente de información y transmisión científica y tecnológica.
- La consideración de la investigación científica realizada por empresas privadas y el registro de patentes.
- La inclusión de imágenes (esquemas, dibujos, fotografías, etc.) en los problemas relacionados con aspectos CTS, para su mayor comprensión.

Por último señalar que 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, más interesantes y motivadores para profesores y alumnos, educativos y formadores, y más relacionados con la realidad industrial y la vida cotidiana de nuestra sociedad y nuestro país.

## **BILIOGRAFIA Y REFERENCIAS**



## BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS

- ACEVEDO , J.A. (1995) Educación tecnológica desde una perspectiva CTS: Una breve revisión del tema. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales* nº3, p.75-84.
- AGUILAR, T.; MARCO-STIEFEL, B.; IBÁÑEZ, T. (2000) Alfabetización Científica. Nuevos horizontes educativos. En “*O Movimento CTS na Península Ibérica*”. Universidad de Aveiro.
- AIKENHEAD, G. (1979) “Science: A way of knowing. *The Science Teacher*, nº46 (6), p.23-25.
- AIKENHEAD, G. (1985) “Collective decision making in the social context of science”. *Science Educación* 69, p. 453-475
- AIKENHEAD, G. (1987) “High-School Graduates'Beliefs about Science-Technology-Society. III. Characteristics and Limitations of Scientific Knowlege”. *Science Education* 71 (4), p.459-487.
- AIKENHEAD, G. ; FLEMING, R. (1975) “*Science: A way of nowing*”. Saskatoon, Canada: Departamente of Curriculum Studies, University of Saskatchewan.
- AIKENHEAD, G. ; FLEMING, R. ; RYAN, A. (1987) “High-School Graduates Beliefs about Science-Technology-Society”. I. Method and Issues in Monitoring Student Views. *Science Education* 71 (2), p.145-161.
- AIKENHEAD, G. ; RYAN, A. (1992) “The Developement of a New Instrument: Views on Science-Technology-Society" (VOSTS). *Science Education* 76 (5), p.447-491.
- ALONSO, M; GIL , 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.
- ALONSO, M; GIL , D.; MARTÍNEZ-TORREGROSA J. (1996) Evaluar no es calificar. La evaluación y la calificación en una enseñanza constructivista de las ciencias. *Investigación en la Escuela*, nº30, 1996.
- ASHMAN, A.F.; CONWAY, R. (1989) “*Cognitive Strategies for Special Education*”. Routledge. (Traducción de Ana Bermejo Baró: *Estrategias cognitivas en educación especial*. Aula XXI, Santillana. Madrid, 1990).

- ASIMOV, I. (1964) *“Biographical Encyclopedia of Science and Technology”*, Edt Doubleday & Company, Inc. New York. (Traducción de Varela y Díaz: *Enciclopedia biográfica de ciencia y tecnología*. Revista de Occidente S.A. 1973).
- AUSUBEL, D.; NOVAK, J.; HANESIAN, H. (1976) *“Educational Psychology. A cognitive view”*. Holt, Rinehart and Winston, Inc: New York. (Traducción: *Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Editorial Trillas S.A. México, 1987).
- BASALLA, G. (1988) *“The evolution of Technology”*. Cambridge University Press, Cambridge. (Traducción de Jorge Vigil : *La evolución de la Tecnología*. Editorial Crítica, S.A., Barcelona, 1991).
- BELTRÁN, J.; GARCÍA, E.; MORALEDA, M.; CALLEJA, F.; SANTIUSTE, V. (1987) *Psicología de la Educación*. EUEDEMA S.A. Madrid, 1992.
- BERNAL, J.D. (1967) *Historia social de la ciencia*. Península. Barcelona.
- BOYER, R.; TIBERGHIE, 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.
- BSCS & AMA (“AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION”): (1992) *Genoma Humano. Ciencia, ética y política pública*. Ediciones Alfons el Magnanim. Valencia.
- BURTON G.; HOLMAN J.; PILLING, G; WADDINGTON (1994) *“Salters Advanced Chemistry”*. Edt. Heinemann. Oxford.
- BYBEE, R.W. (1987) Science education and the science-technology-society (STS) theme. *Science Education*, nº71(5), p.667-683.
- BYBEE, R.W.; HAMS, N.; WARD, B.; YAGER, R. (1980) Science, Society and Science Education. *Science Education*, nº64 (3), p.377-395.
- CAAMAÑO, A. (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.
- CAAMAÑO, A. ; HETO, A. (1992) *Orientaciones teórico prácticas para la elaboración de Unidades Didácticas. Curso de actualización didáctica*. Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid.
- CAAMAÑO, A. ; VILCHES, A. (2001) La alfabetización científica y la educación CTS: Un elemento esencial de la cultura de nuestro tiempo. *Enseñanza de las Ciencias*, nº extra. II Congreso.

- CABALLER, M. J.; GIMÉNEZ, I. (1995) 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.
- CAJAS, F. (2001) Alfabetización científica y tecnológica: La trasposición didáctica del conocimiento tecnológico. *Enseñanza de las Ciencias*, nº19 (2), p.243-254.
- CALATAYUD, M. L.; HERNÁNDEZ, J.; PAYA, J.; SOLBES J.; VILCHES, A. (1995) *Proyecto Galaxia: Física y Química 1º Bachillerato*. Edt. Octaedro. Barcelona.
- CALATAYUD, M. L.; HERNÁNDEZ, J.; PAYA, J. ; VILCHES, A. (1996) *Proyecto Galaxia: Química 3º Bachillerato*. Edt. Octaedro. Barcelona.
- CALBO, F. (1989) *Estadística Aplicada*. Ediciones Deusto S.A. Bilbao, Madrid, Barcelona.
- CANAVOS, G.C. (1984) “*Applied probability and statistical methods*”. Probabilidad y Estadística. Aplicaciones y métodos. Edt. McGraw-Hill/Interamericana de México S.A. México 1988.
- CANONGUE, F.; DUCCEL, R. (1988) *La educación técnica. Sus bases y métodos*. Editorial Paidós. Buenos Aires.
- CASTILLEJO, J.L.; GARGALLO, B.; BAEZA, C.; PERIS, M<sup>ª</sup>D.; TOLEDO, A. (1987) *Investigación educativa y práctica escolar*. Colección Aula XXI, Editorial Santillana S.A. Madrid.
- CARDWELL D. (1994). “*The Fontana History of Technology*”, Edt. Harper Collins Publisher Ltd. *Historia de la Tecnología*. Edt. Alianza S.A., Madrid, 1996.
- CARRASCOSA, J. (1987) Errores conceptuales en la enseñanza de las ciencias: revisión bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 3 (3), p.230-234.
- COLL, C.; POZO, J. I.; SARABIA, B.; VALLS, E. (1992) *Los contenidos en la Reforma. Enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes*. Aula XXI, Editorial Santillana, Madrid.
- COLL, C.; POZO, J. I.; SARABIA, B.; VALLS, E. (1995) *Elementos para el análisis de la práctica educativa. En Psicología de la instrucción III. Nuevas perspectivas*. Edt. Síntesis, S.A.
- CONANT, J. B. (1957) En la introducción de “*The Copernican Revolution. Planetary Astronomy in the Development of Western Thought*”. (Traducción de Domènec Bergadá: *La Revolución Copernicana. Biblioteca de Divulgación Científica*. Editorial Orbis, S.A., Barcelona. 1988).

- DAVIDOV, V. (1988) *La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico*. Edt. Progreso, Moscú.
- DEL CARMEN, L.; CABALLER, M.J.; FURIÓ, C.; GÓMEZ, M.A.; JIMÉNEZ, M<sup>a</sup> P.; JORBA, J.; OÑORBE, A.; PEDRINACI, E.; POZO, J.I.; SANMARTÍ, N.; VILCHES, A. (1997) *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Editorial Horsori, Barcelona.
- DERRY, T.K. ; WILLIAMS T.I. (1960) "A short history of technology. From de earliest times to A.D. 1900". The Clarendon Press. Oxford. (Traducción de Carlos Caranci et col.: *Historia de la Tecnología {5 vol.}*. Siglo XXI Editores. Madrid, 1989).
- DELKSON, D. (1977) "*Alternative technology and the politics of technical change*". W.Collins Sons Ltd. London. (Traducción de Fernando Valero: *Tecnología alternativa*. Biblioteca de Divulgación Científica MUY. Ediciones Orbis. Barcelona, 1985).
- DOWSON, M.; McINERNY, D.M. (2001) "Psychological Parameters of Students' Social and Work Avoidance Goals: a Qualitative investigation". *Journal of Educational Psychology*, Vol.93, p.25-42.
- DRIVER, R.; ODMAN, V. (1986) "A constructivism approach to curriculum developement in science". *Studies in Science Education*, 1986, n°13, p.105-122.
- DRIVER, R.; BELL, B. (1986) "Student's thinking and the learning of science: a constructivist view. School Science Review, n°67, p.443-456.
- DRIVER, R.; EASLEY, J. (1978) "Pupils and paradigms: A review of literature related to concept developement in adolescent science students". *Studies in Science Education*, vol.5, p.61-84.
- DUNSHEATH, P. (1962) "*A History of Electrical Engineering*". Edt. Faber and Faber, London.
- ELLIOT, A. J.; CHURCH, M.A. (1997) "A hierarchical model of approach and avoidance achievement motivation". *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 72, n°1, p.218-237.
- ELLIOT, A. J.; MCGREGOR, H. (2001) "A 2x2 achievement goal framework". *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol.80, n°3, p.501-519.
- ESKELES, A.; FLEMING, J. S.; GOTTFRIED, A.W. (2001) "Continuity of Academic Motivation From Childhood Through Late Adolescence: A longitudinal Study". *Journal of Educational Psychology*, Vol. 93, n°1, p.3-13.

- ESPINOSA, J. ; ROMAN, T. (1991) Actitudes hacia la ciencia y asignaturas pendientes: dos factores que afectan al rendimiento en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(2), p.151-154.
- FARRIOLS, X.; FRANCI, J.; INGLÉS, M. (1994) *La formación profesional en la LOGSE*. ICE Universidad de Barcelona. Editorial Horsori. Barcelona 1994.
- FLEMING, R.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.
- FLEMING, R.W. (1988) “Undergraduate science students’ views on the relationship between science, technology and society”. *International Journal of Science Education*, 10, p.449-463.
- FLEMING, R.W. (1989) “Literacy for a technological Age”. *Science Education*, 1989, nº 73 (4), p.391-404.
- FONTANA, D. (1986) “*Classroom Control*”, Edt. British Psychological Society and Methuen. (Traducción de Sergiό Cerezo: *La disciplina en el aula*. Edt. Aula XXI/Santillana, Madrid, 1989).
- FREUD, S. (1895) “*Entwurf einer Psychologie*”. (Traducción de Luis López-Ballestreros y de Torres y Ramón Rey Ardid: *Proyecto de una psicología para neurólogos y otros escritos*. Alianza Editorial, Madrid, 1991).
- FREUD, S. (1930) “*Das Unbehagen in der Kultur*” (Traducción de Ramón Rey Ardid: *Malestar en la cultura*. Alianza Editorial, Madrid, 1993).
- FROM, E. (1981) “*On Desobedience and other essays*”, The Seabury Press, New York. (Traducción de Eduardo Prieto: *Sobre la desobediencia*. Edt. Paidós, Barcelona, 1984).
- FURIO, C.J.; GUIASOLA, J. (1999) Concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje en electrostática. Selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento. *Enseñanza de las ciencias*, nº17 (3), p.441-452.
- FURIÓ, C. J.; ITURBE, J.; REYES, J.V. (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.
- FURIÓ, C. J.; ITURBE, J.; REYES, J.V. (1994) Contribución de la resolución de problemas como investigación al paradigma constructivista de aprendizaje de las ciencias. *Investigación en la Escuela*, 1994, nº24



- GALBRAITH, J.K. (1967) *“The New Industrial State”*. Houghton Mifflin Company, Boston. (Traducción de Manuel Sacristán: *El nuevo estado industrial*. Editorial Ariel. Barcelona, 1984).
- GALBRAITH, J.K. (1979) *“The nature of mass poverty”*. Harvard University Press. (Traducción de Lorenzo Cortina: *La pobreza de las masas*. Plaza & Janes, Barcelona, 1982).
- GALBRAITH, J.K. (1983) *“The Voice of the Poor. Essays in Economic and Political Persuasion”*. (Traducción de Carlos Peralta: *Naciones ricas, naciones pobres*. Editorial Ariel. Barcelona, 1986).
- GALPERÍN, P. (1969) *Sobre la investigación del desarrollo intelectual del niño*. En Biblioteca de psicología . Editorial Progreso, Moscú 1989.
- GAMOW, G. (1961) *“Biography of Physics”*, de la colección “Harper Modern Science Series”, Harpers & Brothers Publishers, New York, 1961. (Traducción de Fernando Vela: *Biografía de la Física*. Revista de Occidente S.A., 1962. Alianza Editorial, 1980).
- GARCÍA, J. E.; GARCÍA, F. F. (1989) *Aprender investigando*. Colección Investigación y Enseñanza. Díada Editora S.L., Sevilla, 1995.
- GENORVARD, C.; BELTRAN J.; RIVAS, F. (1995) *Psicología de la instrucción III. Nuevas perspectivas*. Edt. Síntesis, S.A.
- GEORGE, P. (1972) *“L'enviement”*. *Presses de Universitaires de France*. (Traducción de A.Giralt Pont: *El medio ambiente*. Biblioteca de Divulgación Científica MUY. Ediciones Orbis. Barcelona, 1987).
- GIL, D. (1983) Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 1983, nº1, p.26-33
- GIL, D. (1986) La metodología científica y la enseñanza de las ciencias. Unas relaciones controvertidas. *Enseñanza de las Ciencias*, 1986, nº4 (2), p.111-121.
- GIL, D. (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.
- GIL, D. (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.
- GIL, D. (1994.a) Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: realizaciones y perspectivas. *Enseñanza de las Ciencias*, 1994, nº12 (2), p.154-164

- GIL, D. (1994.b) Relaciones entre conocimiento escolar y conocimiento científico. *Investigación en la Escuela*, 1994, nº23, p.17-32.
- GIL, D.; CARRASCOSA, J. (1985) "Science learning as a conceptual and methodological change. *European Journal of Science Education*, nº7, p.231-236.
- GIL, D.; VALDÉS, P. (1996) La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Educación de las Ciencias*, 1996, nº14 (2), p.155-163
- GIL, D. CARRASCOSA, J.; FURIÓ, C.; MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. (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, D. 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.
- GIL, D.; CARRASCOSA, J.; DUMAS-CARRÉ, A.; FURIÓ, C.; GALLEGO, R.; GENÉ, A. GONZÁLEZ, E.; GUIASOLA, J.; MARTÍNEZ-TORREGROSA, J.; PESSOA DE CARVALHO, A.Mª; SALINAS, J.; TRICÁRIO, H.; VALDÉS, P. (1999) ¿Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica? *Enseñanza de las Ciencias*, nº17 (3), p.503-512.
- GIL, D.; VILCHES, A. (2001) Una alfabetización científica para el siglo XXI. *Investigación en la Escuela*, nº 43, p.27-37.
- GIL, D. VILCHES, A.; ASTABURUAGA, R.; EDWARDS, M. (2000) La atención a la situación del mundo en la educación de los futuros ciudadanos y ciudadanas. *Investigación en la Escuela*, nº40, p.39-56.
- GIL, D.; VILCHES, A.; GONZÁLEZ, M. (2002) Otro mundo es posible: De la emergencia planetaria a la sociedad sostenible. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, nº16, p.57-81.
- GILBERT, J. (1992) "The interface between science education and technology education". *International Journal of Science Education*, 1992, vol.14, nº5, p.563-578.
- GILBERT, J. (1995) Educación tecnológica: una nueva asignatura en todo el mundo. *Enseñanza de las Ciencias*, 1995, nº13 (1), p.15-24
- GINER, S. (1969) *Sociología*. Edicions 62. Barcelona
- GLASSER, B.; STRAUSS, A. (1968) *The discovery of Grounded Theory: Strategies of Qualitative Research*. Weindelfeld & Nicholson. London

- GÓMEZ, M.A.; GUTIÉRREZ, M.S.; MARTÍN, M.J.; CAAMAÑO, A. (2000) Un enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad para la Química del Bachillerato. El Proyecto Salters. En “*O Movimento CTS na Península Ibérica*”. Universidade de Aveiro. Aveiro.
- GUISASOLA, J.; ALMUDI, J.; CEBERIO, M. (2003) Concepciones alternativas sobre el campo magnético estacionario. Selección de cuestiones realizadas para su detección. *Enseñanza de las ciencias*, nº21 (2), p.281-295.
- HABERMAS J. (1968) “*Technik und Wissenschaft als ‘Ideologie’*”, Edt. Suhrkamp Verlag. Frankfurt am Main. (1984- *Ciencia y técnica como “ideología”*. Editorial Tecnos, S.A., Madrid).
- HERNÁNDEZ, J.; PAYA, J.; SOLBES J.; VILCHES, A. (1998) *Proyecto Galaxia: Física y Química 3º ESO*. Edt. Octaedro. Barcelona.
- HERNÁNDEZ, J.; PAYA, J.; SOLBES J.; VILCHES, A. (1999) *Proyecto Galaxia: Física y Química 4º ESO*. Edt. Octaedro. Barcelona.
- 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, P.; WRAGA, WILLIAM (1989) “The Reemergence of the National Science Foundation in American Education: Perspectives and Problems”. *Science Education*, 1989, nº73 (4), p.105-418.
- HODSON, D. (1985) “Philosophy of science, science and science education”. *Studies in Science Education*, nº 12, p.25-57.
- HODSON, D. (1988) “Towards a philosophically more valid science curriculum”. *Science Education*, nº72 (1), p. 19-40.
- HODSON, D. (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, nº5, p.541-562.
- HOLTON, G.; RUTHEFORD F.J.; KATSON, F.G. (1970) “*The Project Physics Course*”. Holt, Rinehart and Winston, Inc: New York..
- JAMES, R.K.; SMITH, S. (1985) “Alienation of students from science in grades 4-12”. *Science Education*, nº69, p.39-45.
- JIMÉNEZ, M.P.; OTERO, L. (1990) La ciencia como construcción social. *Cuadernos de Pedagogía*, nº180, p.20-22.
- JIMÉNEZ, R.; WAMBA, A. Mª (2000) Nuevas perspectivas del Programa Maimonides: Desde el patrimonio tecnológico al patrimonio integral. En “*O Movimento CTS na Península Ibérica*”. Universidad de Aveiro.

- KLIN, S.J. (1985) "What is technology?". *The Bulletin of Science, Technology and Society*, 5, p.215-218.
- KUHN, T., S. (1957) "*The Copernican Revolution. Planetary Astronomy in the Development of Western Thought*". (Traducción de Domènec Bergadà: *La Revolución Copernicana*. Biblioteca de Divulgación Científica. Editorial Orbis, S.A., Barcelona. 1988).
- KUHN, T., S. (1962) *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de cultura económica. Méjico, 1971.
- LAKATOS, I. (1982) *Historia de las Ciencias y sus reconstrucciones racionales*. Tecnos. Madrid.
- LATORRE, A. (1992) El profesor reflexivo: Un nuevo modelo de profesional de la enseñanza. *Revista Investigación Educativa*, nº19, p.51-68.
- LEDERMAN, N.G.; O'MALLEY, M. (1990) Students' Perceptions of Tentativeness in Science: Development, Use, and Sources of Change. *Science Education* 74 (2), p.225-239.
- LEDERMAN, N.G.; ZEIDLER, D.L. (1987) "Science Teachers' conceptions of the nature of Science: Do they really influence teaching behavior?". *Science Education* 71(d5): p.721-734.
- LEONTIEV, A. (1975) *Actividad, conciencia y personalidad*. En Biblioteca de psicología. Editorial Progreso, Moscú 1989.
- LOGSE (1990) *LEY ORGANICA 1/1990, de 3 de Octubre, de Ordenación General del Sistema Educativo*. Edt. Boletín Oficial del Estado Español.
- LURIA, A.R. (1979) *La función reguladora del lenguaje y su desarrollo*. En Biblioteca de psicología. Editorial Progreso, Moscú 1989.
- MARCO, B. (1995) La naturaleza de la Ciencia en los enfoques CTS. *Alambique, Didáctica de las ciencias experimentales* nº3, p.13-18.
- MCGREGOR, H.; ELLIOT, A. (2002) "Achievement goals as predictors of achievement-relevant processes prior to task engagement". *Journal of Educational Psychology*. Vol. 94, nº2, p.381-395.
- MEDINA, M.; SANMARTÍN, J. (1990) *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Estudios interdisciplinarios en la Universidad, en la Educación y en la Gestión Pública*. Editorial Anthropos, Barcelona, 1990.
- MEDIR, M. (1995) El Proyecto APQUA. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, nº3, p53-60.

- MEDIR, M.; EL BOUDAMOUSSI, S.; ABELLÓ, M. (2000) El Proyecto APQUA: Nuestra experiencia de doce años de docencia. En “*O Movimento CTS na Península Ibérica*”. Universidad de Aveiro.
- MICROSOFT CORPORATION. (1998) *Enciclopedia informática Microsoft Encarta*.
- MIDGLEY, C.; KAPLAN, A.; MIDDLETON, M. (2001) “Performance-approach goals: Good for what, for whom, under what circumstances, and what Cost?” *Journal of Educational Psychology*, Vol.93, p.77-86.
- MEMBIELA, P. (1995) Ciencia-Tecnología-Sociedad en la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Experimentales. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales* nº3, p.7-11.
- MEMBIELA, P. (2001) *Enseñanza de las ciencias desde una perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad*. Edt. Narcea S.A., Madrid.
- MEMBIELA, P. (2003) Un enfoque interdisciplinar en la formación científica y tecnológica de los maestros. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales. Monografía: Ciencia y Tecnología*. Edt. Grao, Barcelona. nº38, p. 49-53.
- MONTANERO, M; PÉREZ, A.L.; SUERO, M. (2001) Cambio conceptual y enseñanza de la Física. Aplicaciones en el marco de la teoría de la elaboración. *Revista de Educación*, nº326, p.311
- MORRIS, D. (1967) “*The nakedape. A Zoologist Study of Human Animal*”. (Traducción de J.Ferrer Aletí: *El mono desnudo*. Plaza & Janés Editores, S.A. Barcelona, 2000).
- MUMFORD, L. (1934) “*Technics and Civilization*”. Harcourt, Brace & World, Inc. (Traducción de Aznar Acevedo: *Técnica y civilización*. "Alianza Universidad". Alianza Editorial. Madrid, 1987).
- NASCIMENTO, M. H.; PEREIRA, M.P. (2000) “O Projecto Science across Europe-Desenvolvimentos no contexto português”. En “*O Movimento CTS na Península Ibérica*”. Universidad de Aveiro.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1996) *National Science Education Standards*. Washington, D.C. National Academy Press. Washington DC, United States of America.
- NOVAK, J. D. ; GOWIN, D.B. (1984) “*Learning how to learn*”. Cambridge University Pres. (Traducción: *Aprendiendo a aprender*. Ediciones Martínez Roca, S.A. 1988).
- OBACH, D. (1995) El Proyecto SATIS. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, nº3, p.39-44.
- OPEN UNIVERSITY (1979) “*Research Methods in Education and Social Science*”. Milton: Keynes.

- ORTEGA Y GASSET, J. (1939) *Meditación de la técnica y otros ensayos sobre ciencia y filosofía*. Alianza Editorial, S.A., Madrid, 1997.
- OSBORNE, R.; WITTRICK, 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.
- PAREJO, C. (1995) El Proyecto Ciencia a través de Europa. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, nº 3.
- PAREJO, C. (2000) Ciencia a través de Europa/ Ciencia a través del Mundo. En "O Movimento CTS na Península Ibérica". Universidad de Aveiro.
- PAYÁ, J.; CARRASCOSA A.J.; GIL, D (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.
- PETRUCCI, D.; DIBAR, M<sup>a</sup>C. (2001) Imagen de la ciencia en alumnos universitarios: Una revisión de resultados. *Enseñanza de las Ciencias*, nº 19 (2), p.217-229.
- PIAGET, J. (1969) *Psicología y Pedagogía*. Edt. Ariel. Barcelona.
- PIAGET, J. (1970) *La epistemología genética*. Redondo, Barcelona.
- PIAGET, J. (1996) La obra de Piaget en la educación. *Cuadernos de Pedagogía*, nº 24, p.56-68.
- POSNER, 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. Press et col. 1986
- PRESS, W.; FLANNERY, B.; TEUKOLSKY, S.; VETTERLING, W. (1986) *Numerical Recipes. The Art of Scientific Computing*. Cambridge University Press. Cambridge, New York.
- PRIETO, T.; GONZÁLEZ, F. J. (1998) Educar para la democracia. Ciencia-Tecnología-Sociedad. *Investigación en la Escuela*, nº34, 1998, p.59-67.
- PRIETO, M. D. (1995) *Hacia una escuela centrada en el pensamiento*. En *Psicología de la instrucción III*. Nuevas perspectivas. Edt. Síntesis, S.A.
- RAMÓN Y CAJAL, S. (1898) *Reglas y consejos sobre investigación científica. Los tónicos de la voluntad*. Edt. Espasa Calpe, S.A. Madrid.

- RIBELLES, R.; SOLBES, J.; VILCHES, A. (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.
- RIOS, E. (1999) *Concepciones de los alumnos de Formación Profesional sobre las interacciones en ciencia, tecnología, sociedad y naturaleza. Trabajo de Investigación*. Departamento de didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Valencia 1999.
- RIVAS, M. (1986) Factores de eficacia escolar: una línea de investigación didáctica. *Bordón* nº 264, p.693-708.
- ROJAS, L. (1999) *La ciudad y sus desafíos*. Edt. Espasa Calpe, S.A. Madrid.
- RUBBA, P. A.; HARKNES, W.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.
- RULL, A. (1983) *Política Económica de España. Aproximación histórica*. Ediciones Istmo, Madrid.
- SANMARTÍN, J. (1992) *Ingeniería y genética humana: Evaluación y percepción pública de las tecnologías genéticas. Estudios sobre sociedad y tecnología. "Nueva ciencia, 9"*. Editorial Anthropos. Barcelona. 1992.
- SANMARTÍN, J.; CUTCLIFFE, S.H.; GOLDMAN, S.L.; MEDINA, M. (1992) *Estudios sobre sociedad y tecnología. "Nueva ciencia, 9"*. Editorial Anthropos. Barcelona. 1992.
- SANVALERO, C. (1995) El Proyecto Genoma Humano, sus implicaciones sociales y la Biología de Bachillerato. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, nº3, p.109-115.
- SAVATER, F. (1997) *El valor de educar*. Edt. Ariel, S.A. Barcelona. Schibeci 1984
- SCHIBECI, R.A. (1984) "Attitudes to science: An update". *Studies in Science Education*, Vol 11, p.26-59.
- SCHIBECI, R.A. (1986) "Images of science, scientistes and science education". *Science Education*, vol.70 (2), p.139-149.
- SHRIGLEY, R.L. (1990) "Attitude and Behavior Are Correlates". *Journal of Research in Science Teaching*, nº27, p.97-113.

- SIMPSON, R.D.; OLIVER, J.E. (1990) "A summary of major influences on attitude towards and achievement in Science among adolescent students. *Science Educación*, nº2, p.87-106.
- SKINNER, B.F. (1974) "*About behaviorism*". Alfred A. Knopf, New York. (Traducción Fernando Barrera: *Sobre el conductismo*. Ediciones Orbis, S.A., Barcelona, 1986).
- SOLBES, J. (1986) *Introducción a los conceptos básicos de la Física Moderna. Tesis Doctoral*. Universitat de València.
- SOLBES, J. (2002) "*Les emprentes de la ciència. Ciència, tecnologia, societat: unes relacions controvertides*". Alzira. Germania.
- SOLBES, J. (2003) Las complejas relaciones entre ciencia y tecnología. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales. Monografía: Ciencia y Tecnología*, nº38, p. 8-20. Edt. Grao, Barcelona.
- SOLBES, J.; TARIN, F. 1996) *ProyectoGalaxia: Física y Química 2º Bachillerato*. Edt. Octaedro. Barcelona.
- SOLBES, J; RIOS, E. (2002) ¿Qué piensan los estudiantes de Ciclos de Formación Profesional sobre la Ciencia y la Tecnología?. Origen de sus concepciones. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*. Universidad de Valencia. nº16, p. 113-133.
- SOLBES, J.; RIOS, E. (2003) Relaciones CTS, punto de encuentro entre ciencia y tecnología. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales. Monografía: Ciencia y Tecnología*. Edt. Grao, Barcelona. nº38, p. 62-70.
- SOLBES, J.; 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, J.; TRAVER, M.J. (2001) Resultados obtenidos introduciendo historia de la ciencia en las clases de física y química: Mejora de la imagen de la ciencia y desarrollo de actitudes positivas. *Enseñanza de las Ciencias*, nº 19 (1), p.151-162.
- SOLBES, J.; VILCHES, A. (1989) Interacciones ciencia, técnica y sociedad: un instrumento de cambio actitudinal. *Enseñanza de las Ciencias*, 1989, nº 7 (1), p.14-20.
- SOLBES, J.; VILCHES, A. (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.
- SOLBES, J.; VILCHES, A. (1995) El profesorado y las actividades CTS. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales* nº3, p.30-38
- SOLBES, J.; VILCHES, A. (1997) "STS Interacción and the Teaching of Physics and Chemistry". *Science Education*, nº81, p.377-386.



- SOLBES, J.; VILCHES, A. (2000) Finalidades de la Educación Científica y relaciones CTS. En “O Movimento CTS na Península Ibérica”. Universidad de Aveiro.
- SOLER, J.; GIL, D. (2000) *Las actitudes hacia el aprendizaje de las ciencias. Tesis Doctoral*. Universidad de Valencia.
- SOLOMON, J. (1983) *Science in a social context*. Association for Science Education. Basil Blackwell. London.
- SOLOMON, J. (1993) *Teaching Science, Technology & Society*. Open University Press. Buckingham.
- SOLOMON, J. (1995) El estudio de la Tecnología en la educación. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales* nº3, p.13-18.
- STRANDH, S. (1984) “*A History of the Machine*”. AB Nordbok. Gotemburgo, Suecia. (Traducción de Juan M. Ibeas: *Historia de la Máquina*. Editorial Raíces, Santander).
- THUILLIER, P. (1988) “*D’Archimède á Einstein*”. Librerie Arthème Fayard. (Traducción de Amalia Correa: *De Arquimedes a Einstein (2 tomos)*. Alianza Editorial, Madrid, 1990).
- TRAVER, M.J. (1996) “*La historia de les ciències en l’ensenyament de la física i la química. Tesi doctoral*. Departament de Didáctica de les Ciències. Universitat de València”.
- TROCCHIO, F. DI (1997) “*Il genio incompreso. Uomini e idee che la scienza non ha capito*”. Arnaldo Mondadori Editore S.p.a., Milano. (Traducción de Pepa Linares: *El genio incomprensido*. Alianza Editorial, S.A. Madrid, 1999).
- UNESCO (United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization). (1983) “Technology Education as part of general education”. *Science and Technology Education Document*, Series 4. Paris: UNESCO.
- UNIVERSITY OF CHICAGO (2000) *Science and Technology Enciclopedia*. Chicago University Press, Chicago, 2000.
- VÁZQUEZ, Á.; MANASSERO, M. A.; BERNAL, F.; LLUC, M.; FERNÁNDEZ, M.; LLUC, M.; FERNÁNDEZ, M.C.; JARA, R. MIRÓ, R.; PERELLO, F.A. (1998) *Actitudes del alumnado relacionadas con la ciencia, la tecnología y la sociedad*. Edt. Consellería de Educación, Cultura y Deportes, Gobierno Balear.
- VIENNOT, L. (1976) “*La Raisonnement Spontané en Dynamique Élémentaire*”. *Tesis Doctoral*. Université Paris 7. (Publicada en 1979 por Herman: Paris).

- VILCHES, A. (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.
- VILCHES, A. (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.
- VYGOTSKY, L.S. (1934) *El problema de la enseñanza y del desarrollo mental en la edad escolar*. En Biblioteca de psicología. Editorial Progreso, Moscú 1989.
- VYGOTSKY, L.S. (1934) *Pensamiento y Lenguaje (Traducción de P. Tosaus Abadia de "Thought and Language"*. The Massachusettes Institute of Technology, 1986). Ediciones Paidós Ibérica, S.A. Barcelona 1995.
- VYGOTSKY, L.S. (1966) *"Mind in Society: The development of Higher Psychological Processes"*. The Harvard University Press, Cambridge Mass, 1966. (Traducción de Silvia Furió: *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. CRITICA, Barcelona, 1996).
- WEBER, M. (1919) *"Wissenschaft als Beruf"* (Traducción de J. Abellán García: *La ciencia como profesión*. Colección Austral, Edt. Espasa Calpe, Madrid, 1992).
- WEINER, B. (1972) *Theories of motivation: from mechanism to cognition*. Markham. Raud M<sup>c</sup> Nally College Publishing Company. Chicago.
- WEINER, B. (1979) "A theory of motivación for some classroom experience", *Journal of Educational Psychology*, 71, p.3-25.
- WEINER, B. (1980) *"Human motivation"*. Holt, Rineheart and Winston, Inc: New York.New.
- WEINER, I. (1992) *"Clinical Methods in Psycology"*. Edt. Jhon Wiley & Sons. (Traducción de Claudio M. Ardisson Pérez y J. F. Herrera Gómez: *Métodos en Psicología Clínica*. Edt. Limusa, México).
- WERTSCH, J. V. (1988) *Vygotsky y la formación social de la mente*. Ediciones Paidós Ibérica, S.A., Barcelona, 1988.
- WOOLGAR, S. (1984). *"The Very Idea"*. Ellis Horwood Ltd. (Traducción de Eduardo Aibar: *Ciencia: Abriendo la caja negra. "Tecnología, Ciencia, Naturaleza y Sociedad"*. Editorial Anthropos. Barcelona, 1991).
- YAGER, R.F.; PENICH, J.E. (1983) "Analysis of current problems with school science in the USA. *European Journal of Science Education*, nº5, p.463-469.
- ZIMAN, J. (1980) *La fuerza del conocimiento*. Edt. Alianza, Madrid.
- ZIMAN, J. (1981) *La credibilidad de la ciencia*. Edt. Alianza. Madrid.

ZIMAN, J. (1984). *"An introduction to science studies"*. Cambridge University Press. (Traducción de 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, U.; DONN, S.; WILD, R.; BECKETT, P. (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.

ZOLLER, U.; DONN, S.; WILD, R.; BECKETT, P. (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.

## **ANEXO I. MUESTRA DE LIBROS ANALIZADOS**

AUGÉ, R. (1995) Curso de electricidad general 1. Edt. Paraninfo.

AUGÉ, R. (1995) Curso de electricidad general 2. Edt. Paraninfo.

AUGÉ, R. (1995) Curso de electricidad general 3. Edt. Paraninfo.

GUERRERO, A; SÁNCHEZ O.; MORENO, J.A.; (1996) Electrotecnia. Ciclos de F.P. Edt. Mc.Graw Hill.

LABARTA, V. (1996) Electrotecnia. 2 Bachillerato. Edt. Donostiarra, 1996.

ALCALDE, P. (1996) Electrotecnia. Ciclos de F.P. y Bachillerato. Edt. Paraninfo.

EQUIPO EPS ZARAGOZA (1997) Instalaciones y líneas eléctricas 2-1. Edt. Bruño-Edebé.

EQUIPO EPS ZARAGOZA (1997) Instalaciones y líneas eléctricas 2-2. Edt. Bruño-Edebé.

EQUIPO EPS ZARAGOZA (1997) - Instalaciones y líneas eléctricas 2-3. Edt. Bruño-Edebé.

GURMAN, V.; PORRAS, A.; VALVERDE, J.; FERNÁNDEZ, F. (1992) Prácticas de electricidad. Ciclos de F.P. Edt. Mc Graw Hill.

CASTEJON, A.; GERMAN, S. (1993) Tecnología eléctrica. Ciclos de F.P. y Bachillerato. Edt. Mc Graw Hill.

RAPP, J. (1989) Tratado práctico de electrotecnia I. Edt. J. Rapp.

RAPP, J. (1989) Tratado práctico de electrotecnia II. Edt. J. Rapp.

NEV, J.; LOUIS, G. (1984) Lecciones de electricidad. Bachillerato. Edt. Marcombo.



**ANEXO II. ACTIVIDADES RELACIONADAS CON LA SEGUNDA  
HIPÓTESIS ORGANIZADAS POR TIPOS**



## **1. ACTIVIDADES SOBRE LA HISTORIA DE LA ELECTRICIDAD**

Estas actividades tratan de que los alumnos relacionen hitos importantes en el desarrollo de la electricidad y la electrotécnica con importantes personas que con sus contribuciones en su momento histórico hicieron posible esa empresa, en interacción con otros científicos y el medio social.



## 1.1. UNA BREVE RELACIÓN DE APORTACIONES

Realizar una breve historia de la electricidad a través de las aportaciones que hicieron a la misma los personajes que se citan, intenta colocarlas por orden cronológico:

Benjamin **Franklin**  
Alessandro **Volta**  
Charles de **Coulomb**  
Hans Christian **Oersted**  
Andre Marie **Ampere**  
George Simon **Ohm**  
Michael **Faraday**  
Joseph **Henry**  
Gustav Robert **Kirchhoff**  
James Prescott **Joule**  
Werner von **Siemens**  
James Clerk **Maxwell**  
Nikola **Tesla**  
Thomas Alva **Edison**  
George **Westinghouse**

## 1.1. UNA BREVE RELACIÓN DE APORTACIONES. COMENTARIO

Se trata de que los alumnos sientan interés y curiosidad por el desarrollo de la electricidad y la electrotecnia a través de las aportaciones de diversos e importantes científicos e ingenieros a lo largo de la historia.

(Derry y Williams 1960, Gamow 1961, Dunsheath 1962, Asimov 1964, Microsoft 1998, University of Chicago2000)

**Franklin, Benjamin** (1706-1790), filósofo, político y científico estadounidense. En sus estudios sobre electricidad emitió en 1747 una hipótesis sobre los rayos de las tormentas, basada en experimentos con la botella de Leyden: es que los rayos son un fenómeno eléctrico y diseñó un método efectivo para demostrarlo, realizando un famoso experimento con una cometa en 1752 que probó su hipótesis. Consecuencia de sus teorías sobre electricidad y las analogías entre las descargas observadas en la botella de Leyden y las atmosféricas, por el efecto punta, diseñó el pararrayos y presentó la teoría del fluido único para explicar los dos tipos de electricidad, positiva y negativa, siendo el primero en llamar a la carga eléctrica con esos nombres (como exceso o defecto de la misma).

**Coulomb, Charles de** (1736-1806), ingeniero y físico francés. Investigó sobre magnetismo, rozamiento y electricidad. En 1777 diseñó la balanza de torsión para medir la fuerza de atracción eléctrica entre cargas, pudiendo establecer el principio, conocido ahora como ley de Coulomb, que rige la interacción entre las cargas eléctricas. En 1779 publicó el tratado *Teoría de las máquinas simples*, un análisis del rozamiento en las máquinas. Después de la Revolución, Coulomb salió de su retiro y ayudó al nuevo gobierno en la planificación de un sistema métrico decimal de pesos y medidas. La unidad de medida de carga eléctrica, el coulomb o culombio, recibió este nombre en su honor (equivale a la carga de  $6'242 \times 10^{18}$  electrones o protones según el signo).

**Volta, Alessandro** (1745-1827), físico italiano. En 1774 fue profesor de física en la Escuela Regia de Corno, sus estudios sobre electricidad le llevaron al diseño del electróforo, un instrumento que producía cargas eléctricas por frotamiento entre dos discos, estas cargas se podían acumular en una botella de Leyden. Durante 1776 y 1777 se dedicó a la química, estudió la electricidad atmosférica e ideó experimentos como la ignición de gases mediante una chispa eléctrica en un recipiente cerrado. En 1779 fue profesor de física en la Universidad de Pavia, cátedra que ocupó durante 25 años. Su estudio de los fenómenos comentados por Galvani le llevaron a estudiar las interacciones eléctricas entre metales en disoluciones acuosas, lo que le llevó a descubrir, hacia 1800, la pila eléctrica que lleva su nombre, precursora de las pilas y baterías eléctricas actuales. Con dicha pila se conseguía una fuerza electromotriz y un flujo estable de corriente eléctrica. La unidad eléctrica de fuerza electromotriz y voltaje, conocida como volt o voltio, recibió este nombre en su honor.

**Oersted, Hans Christian** (1777-1851), físico y químico danés, que demostró la existencia de un campo magnético en torno a una corriente eléctrica. Fue profesor de física en la universidad de Copenhague en 1806. En 1819 descubrió que la corriente eléctrica que circula por un conductor influía sobre la orientación de una aguja imantada colocada en un plano perpendicular al conductor, demostrando así

que las corrientes eléctricas producían campos magnéticos, en 1820 publicó sus teorías, iniciándose así el estudio del electromagnetismo.

**Ampere, André Marie** (1775-1836), científico francés, fue profesor de física y química en Bourg y de matemáticas en la Universidad de París. Es conocido por sus importantes aportaciones al estudio de la electrodinámica y el electromagnetismo, junto con Arago, sus teorías sobre la relación entre electricidad y magnetismo se publicaron en su *Colección de observaciones sobre electrodinámica* (1822) y en su *Teoría de los fenómenos electrodinámicos* (1826). Fue el primero en tratar la teoría de las líneas de fuerza de los campos eléctrico y magnético producidos por un conductor y un solenoide. Demostró que dos conductores paralelos por los que circula una corriente en el mismo sentido se atraen el uno al otro, mientras que si los sentidos de la corriente son opuestos, se repelen. El ampere o amperio, la unidad de intensidad de corriente eléctrica, toma su nombre de él.

**Ohm, Georg Simon** (1787-1854), físico alemán conocido sobre todo por su investigación de las corrientes eléctricas. Desde 1833 hasta 1849 fue director del Instituto Politécnico de Nuremberg y desde 1852 profesor de física experimental en la Universidad de Munich. Sus estudios sobre electricidad le llevaron a descubrir la relación que existe en un circuito eléctrico entre intensidad de corriente, diferencia de potencial y resistencia, esta última dependiente de la sección, longitud y resistividad del material conductor, estudios que publicaría en 1827 como "*El circuito galvánico investigado matemáticamente*". La unidad de resistencia eléctrica se denominó ohm u ohmio en su honor.

**Faraday, Michael** (1791-1867), físico y químico británico. Davy le contrató como ayudante en su laboratorio químico de la Institución Real en 1813, y en 1824 consiguió ser nombrado director del laboratorio de la Institución Real. En 1833 sucedió a Davy como profesor de química en esa institución.

Las investigaciones que convirtieron a Faraday en el primer científico experimental de su época las realizó en los campos de la electricidad y el magnetismo. En 1831 Faraday descubrió la inducción electromagnética, inducción de fuerza electromotriz por un campo magnético, principio de las máquinas eléctricas (transformadores, generadores y motores) de las cuales de las dos primeras hizo los primeros diseños. Durante este mismo periodo investigó los fenómenos de la electrólisis y descubrió las dos leyes fundamentales que la rigen, sentando las bases de esta rama de la química.

También investigo las influencias de los campos magnéticos sobre los fenómenos ópticos, descubriendo que producen una rotación del plano de polarización de la luz cuando pasa a través de materias transparentes.

Faraday escribió entre otras publicaciones: *Manipulación química* (1827), *Investigaciones experimentales en electricidad* (1844-1855) e *Investigaciones experimentales en física y química* (1859). En su honor a la cantidad de carga para separar en una solución electrolítica un equivalente químico de una sustancia se denomina faraday (96540 coulombios), y a la unidad de capacidad de los condensadores se le denomina farad o faradio (conductores paralelos que con la carga de 1 Coulomb poseen una diferencia de potencial de 1 volt).

**Henry, Joseph** (1797-1878), físico estadounidense. Fue profesor de matemáticas y física natural y más tarde profesor de filosofía natural en la

Universidad de Princeton en 1832. Realizo estudios de electricidad lo cual le llevo al diseño el primer relé, utilizado más tarde en repetidores telegráficos, y el descubrimiento del fenómeno de la autoinducción en 1832, según el cual una bobina produce una fuerza contraelectromotriz por efecto de su propio campo magnético. A la unidad de inductancia se la denomina henry o henrio en su honor. En 1846, Henry fue elegido secretario y director de la Institución Smithsonian, fundador de la Asociación Americana para el Desarrollo de la Ciencia y presidente (1868-1878) de la “*National Science Academy*”.

**Kirchhoff, Gustav Robert** (1824-1887), físico ruso, estudió en la universidad de Kaliningrado. Fue profesor de física en las universidades de Breslau, Heidelberg y Berlín. Con el químico alemán Robert Wilhelm Bunsen, desarrolló el espectroscopio moderno para el análisis químico. En 1860 los dos científicos descubrieron el cesio y el rubidio mediante la espectroscopia. Kirchhoff dirigió importantes investigaciones sobre la transferencia de calor y sobre electricidad, expuso sus teorías sobre la conservación de la carga en los nudos de los circuitos eléctricos y la igualdad entre fuerzas electromotrices y caídas de tensión en mallas de circuitos, deduciendo dos principios, actualmente conocidas como leyes de Kirchhoff. Bunsen, entre otros méritos, desarrollo la pila eléctrica que lleva su nombre, más estable que la de Volta.

**Joule, James Prescott** (1818-1889), físico británico. Es conocido sobre todo por su investigación en electricidad y termodinámica, colaborando con Lord Kelvin (William Thomson). En el transcurso de sus investigaciones sobre el calor desprendido en un circuito eléctrico, formuló hacia 1840 la ley actualmente conocida como ley de Joule que establece que la cantidad de calor producida en un conductor por el paso de una corriente eléctrica cada segundo (potencia calorífica), es proporcional a la resistencia del conductor y al cuadrado de la intensidad de corriente. Joule verificó experimentalmente la ley de la conservación de la energía en su estudio de la conversión de energía cinética en energía térmica o calor. Con los experimentos de Joule se pudo llegar a enunciar el principio de la conservación de la energía, según la cual la energía no puede crearse ni destruirse, sino que se transforma. La unidad de energía y trabajo se denominada Joule o Julio en su honor; equivale a un Watt por segundo.

**Siemens, Werner von** (1816-1892), ingeniero e industrial alemán. En 1847 fundo la compañía Siemens & Halske para la producción de equipo telegráfico; la empresa con posterioridad, fabricó también equipos eléctricos. A Werner von Siemens y a su hermano Sir Williams se le debe el mérito de haber tendido en 1848 la primera línea de telégrafos alemana. Entre sus muchos descubrimientos eléctricos están la dinamo túnel o inducido de tambor (1876) .

**Maxwell, James Clerk** (1831-1879), físico británico. Fue profesor de filosofía natural o física en la Universidad de Aberdeen desde 1856 hasta 1860. En 1871 fue el profesor más destacado de física experimental en Cambridge, donde supervisó la construcción del Laboratorio Cavendish. Maxwell fue continuador de las investigaciones de Michael Faraday sobre los campos eléctricos y magnéticos, demostrando la relación matemática que existe entre ellos, logrando de este modo la unificación de los mismos en lo que desde entonces se denomina teoría de los campos electromagnéticos, lo que le convirtió en uno de los científicos más importantes del siglo XIX. Esta teoría la publico en el *Tratado sobre electricidad y magnetismo* (1873), en donde describe las relaciones que existen entre el valor del cambio del campo magnético con la distribución espacial del campo eléctrico, y viceversa,

mediante un conjunto de varias ecuaciones diferenciales que relacionan los campos electromagnéticos con el espacio y el tiempo. Mostró, basándose en los experimentos de Faraday, que la luz está compuesta de ondas electromagnéticas y, además, predijo que los campos electromagnéticos oscilantes producidos por un emisor se propagan a través del espacio en forma de ondas electromagnéticas que transportan energía.

La teoría ondulatoria de los campos electromagnéticos fue confirmada por las investigaciones de Heinrich Rudolf Hertz, que contribuyó al desarrollo de la tecnología de las radiocomunicaciones. Además, la teoría unificadora de Maxwell ayudó posteriormente a la unificación de los sistemas de unidades eléctricas y magnéticas, cuya relación para la carga eléctrica era igual a la velocidad de la luz, relación que en el nuevo Sistema Internacional se establece entre las permeabilidades eléctrica y magnética. La unidad de flujo magnético en el sistema Cegesimal se denominó Maxwell en su honor. Otras obras suyas que destacan son: *Teoría del Calor* (1877) y *Materia y movimiento* (1876).

**Tesla, Nikola** (1856-1943), ingeniero electrotécnico croata, emigrante y nacionalizado estadounidense. Después de trabajar durante varios años como ingeniero electrotécnico emigró (1884) a Estados Unidos. Por un breve periodo trabajó para Thomas Edison, pero lo abandonó para dedicarse en exclusiva a la investigación experimental y el desarrollo de dispositivos.

En 1888 Tesla diseñó el primer motor de corriente alterna, que permitía transformar por primera vez la energía eléctrica, transmitida en corriente alterna, en energía mecánica. Los derechos de esa patente trascendental fueron comprados por el empresario e ingeniero estadounidense George Westinghouse, que mostró el primer sistema de generación, transporte y transformación de energía eléctrica en corriente en la World's Columbian Exposition de Chicago (1893).

**Edison, Thomas Alva** (1847-1931), industrial y empresario estadounidense. Era operador de telégrafos y un brillante investigador y descubridor. El diseño y venta de un indicador automático de cotizaciones en bolsa le permitió fundar la primera empresa de ingenieros asesores en 1876.

Uno de los diseños de Edison en la telegrafía fue el de máquinas que permitían la transmisión simultánea de diversos mensajes por una línea, lo que aumentó enormemente la utilidad de las líneas telegráficas existentes. Edison anunció en 1877 el descubrimiento y diseño de un fonógrafo mediante el cual se podía grabar el sonido en un cilindro de papel de estaño.

Dos años más tarde exhibió públicamente su bombilla o foco eléctrico incandescente, que por su duración constituía el primer sistema práctico de iluminación eléctrica. Su patente le llevó a desarrollar una compañía eléctrica de iluminación y distribución de energía en corriente continua, en 1882 desarrolló e instaló una gran central eléctrica de corriente continua en Nueva York. Su competencia con J.W. Swan en Inglaterra les llevó a crear en ese campo en 1883 la Edison & Swan United Electric Light Co.Ltd. Sin embargo, más tarde, se vio desplazado ante el sistema de corriente alterna desarrollado y patentado por George Westinghouse.

En 1884 Edison observó la emisión de electrones por un filamento caliente (el llamado efecto Edison), cuyas implicaciones profundas no se comprendieron hasta varios años más tarde. En 1888 diseñó el kinetoscopio, la primera máquina que producía películas mediante una rápida sucesión de imágenes individuales. Otro de

sus diseños fue el llamado acumulador de Edison (un acumulador alcalino de hierro-níquel). En total, Edison realizó más de mil patentes de diferentes diseños, muchos de ellos relacionados con el sistema de iluminación eléctrica.

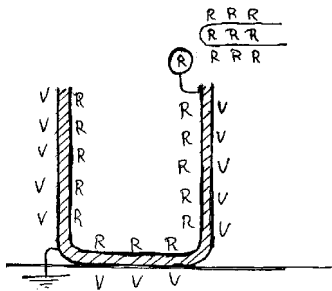
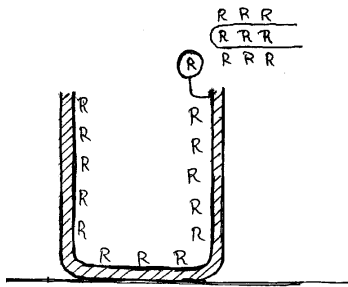
**Westinghouse, George** (1846-1914), ingeniero, industrial y empresario estadounidense. Junto a Charles Steinmetz, impulsó por primera vez la utilización de la energía de corriente alterna en Estados Unidos creando una compañía de distribución. En 1888 Tesla había diseñado el primer sistema práctico para generar energía motriz a partir de energía eléctrica en corriente alterna. Los derechos de su patente fueron comprados por George Westinghouse, que mostró el sistema por primera vez en la World's Columbian Exposition de Chicago (1893). Ese mismo año logró el contrato para la construcción de una central eléctrica de corriente alterna en las cataratas del Niágara.

Westinghouse diseñó muchos otros dispositivos, obteniendo más de 400 patentes, muchas de ellas relacionadas con el sistema de distribución de energía eléctrica en corriente alterna (alternadores, transformadores, motores, etc.).

## 1.2. EVOLUCION DEL CONDENSADOR. BOTELLA DE LEYDEN

Du Fay, un físico francés, había determinado que existían dos tipos de electricidad, la resinosa y la vítrea, que tenían la propiedad de atraerse mutuamente, y se producía al frotar barras de ambos tipos. Así mismo, descubrió que había buenas sustancias conductoras de la electricidad y aislantes.

Una de las primeras formas de acumular carga eléctrica, que se consideraba un fluido, fue en una botella con una lamina conductora en su interior, tal como se muestra en la figura, siendo cargada por etapas mediante barras cargadas con un determinado tipo de electricidad, obtenida por frotamiento. Pero los extraños fenómenos que producía llevo a rodear la botella con otra lámina metálica, pero se seguían produciendo los fenómenos extraños y, además, si la base estaba aislada se podía sufrir una descarga al tocar el artefacto.



Finalmente el holandés Musschenbroek penso que lo mejor era eliminar el aislamiento y unir la lámina exterior con tierra, lugar donde suelen estar situados los cuerpos, tal como se muestra en la figura. El artilugio se denomina botella de Leyden porque fue diseñada en dicha Universidad en 1745. Cuando se conectaba con un alambre la placa interior con la exterior o tierra se producían grandes chispas.

Más tarde al científico inglés Watson Watt se le ocurrió la idea de obtener el mismo efecto mediante dos láminas metálicas en paralelo aisladas mediante un dieléctrico (aislante), tal como pueden ser el aire, cristal, algodón o papel impregnado en aceite, mica, etc. Franklin había denominado a las cargas que se acumulaban en una y otra lámina como electricidad positiva y negativa. Dicho dispositivo fue denominado condensador.

Realiza las siguientes actividades:

- Intenta explicar qué fenómenos extraños se pueden observar si se acerca un cuerpo a la placa cargada aislada con el cristal de la botella. ¿Qué ocurriría si alguien tocara la placa?
- Intenta explicar qué fenómenos se pueden producir rodeando la anterior botella con una lámina exterior cuando esta cargada la interior.
- Intenta explicar porqué se realiza la conexión a tierra en la botella de Leyden y qué mejoras introduce.
- La botella de Leyden constituye el primer condensador o acumulador de carga, explica qué es un condensador y cómo está constituido.
- Intenta razonar de qué parámetros dependerá la capacidad de un condensador.
- En las armaduras o placas se acabó imponiendo el aluminio, ¿por qué razón?
- Indica alguna de las aplicaciones que tienen y tuvieron los condensadores y los cambios que provocaron en la sociedad.

## 1.2. EVOLUCION DEL CONDENSADOR. BOTELLA DE LEYDEN. COMENTARIO

- A. Debido a la atracción electrostática uno de los efectos más evidentes es la atracción del vello del cuerpo por concentrarse en ellos la carga por efecto punta. Si alguien tocase la placa cargada se le transferiría una gran cantidad de carga, sufriendo un choque eléctrico.
- B. La lámina exterior se cargaría por su superficie interna con carga eléctrica contraria a la que existe en la placa interior de la botella. Pero como su estado es neutro la cara exterior presentaría una carga igual a la existente en el interior de la botella, lo cual con los mismos efectos sería aún más peligroso por falta de aislamiento.
- C. Si se conecta la placa exterior a tierra se tiene la ventaja de que cualquier cuerpo que se acerque a la misma tocando tierra, que es donde suelen estar los cuerpos, está al mismo potencial que la placa y no sufriría transferencia de carga.
- D. Un condensador es un dispositivo eléctrico formado por dos placas o láminas metálicas en paralelo separadas por un aislador o dieléctrico. Las placas suelen ser de aluminio, y el dieléctrico puede ser de diversos materiales: cristal, mica, papel impregnado, película de plástico, aire, etc.
- E. Sí se aplica una tensión a los bornes de un condensador se acumula carga, definiéndose la capacidad como la carga acumulada por unidad de tensión eléctrica:  $C=Q/V$ . La capacidad dependerá del tamaño de las placas  $S$  (a mayor tamaño mayor carga se podrá acumular), de la distancia entre placas  $d$  (cuanto más cerca mayores serán las fuerzas atractivas entre cargas), y del poder de aislamiento del medio entre las placas  $\epsilon$  (a mayor permeabilidad menor transferencia de carga en el medio de placa a placa). De hecho  $C=Q/V= \epsilon S/d \rightarrow Q= V\epsilon S/d$ .
- F. El aluminio tiene la capacidad de que su óxido forma una película superficial que lo protege contra el deterioro por agentes químicos agresivos, teniendo además gran capacidad de aislamiento.
- G. Son típicas las aplicaciones electrónicas (sintonizadores, rectificadores, estabilizadores, etc.) y eléctricas (desfasadores, compensadores de energía reactiva, etc.). Además el condensador de grandes dimensiones fue uno de los primeros acumuladores de energía eléctrica que se utilizaron para llevar a cabo estudios y experimentos sobre la electricidad y las cargas eléctricas, influyendo de forma decisiva en las teorías sobre la electricidad.

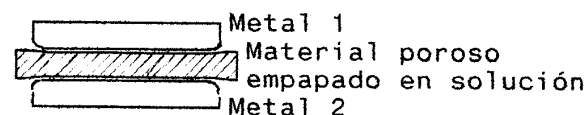


### 1.3. ALESSANDRO VOLTA. PILA DE VOLTA

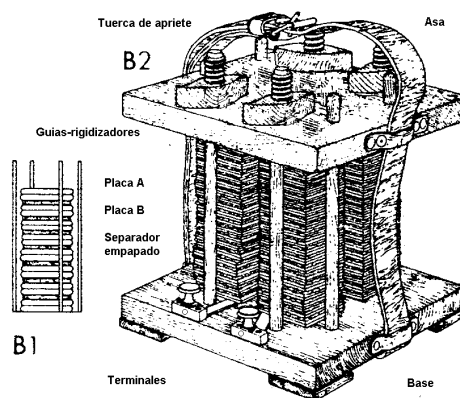
Lee atentamente el siguiente texto y realiza a continuación las actividades propuestas.

Hasta que apareció la pila de Volta la electricidad que se manejaba era la acumulada en condensadores, que se obtenía por frotamiento de dos cuerpos que eran susceptibles de perder una carga y retenerla respectivamente. Alessandro Volta fue un físico italiano que vivió entre 1745 y 1827. Demostró que el contacto de dos superficies metálicas en una solución salina producía electricidad, lo que denominó efecto galvánico en honor de su amigo Galvani. Construyó así lo que denominó "pila de Volta". En marzo de 1800, Volta envió un manuscrito describiendo sus descubrimientos a la Royal Society de Londres, que era entonces centro internacional para el intercambio de ideas científicas. En este escrito decía:

"El aparato de que hablo y que indudablemente le asombrará a usted no es nada más que una colección de buenos conductores de clases diferentes dispuestos de cierta manera, 30, 40, 60 o más placas de cobre o mejor de plata, cada uno descansado sobre un trozo de estaño o, lo que es mucho mejor, de cinc y un número igual de capas de fluido que sea mejor conductor que el agua pura, tal como agua salada, lejía, etc., o trozos de cartón, cuero, etc., bien empapados con estos líquidos; estas capas interpuestas entre cada par o combinación de diferentes metales, en sucesión alternada y siempre en el mismo orden, de estas tres clases de conductores, esto es todo lo que constituye mi nuevo instrumento que, como he dicho... no necesitando ser cargada anteriormente por medio de electricidad exterior... es capaz de producir descargas siempre que sea tocada, por frecuentes que sean estos contactos (Gamow 1961, Strandh 1984).



CELDA ELEMENTAL DE VOLTA



PILA DE VOLTA

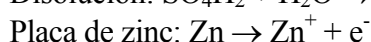
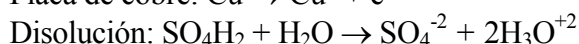
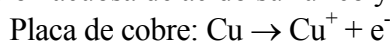
#### ACTIVIDADES:

- Sobre el dibujo que se indica señala cada una de las partes de la pila de Volta.
- Indica las ideas fundamentales que comunica Volta a la Royal Society.
- Intenta explicar que transferencias iónicas se producen en la pila de Volta cuando se conecta un circuito exterior (supón ácido sulfúrico en la disolución acuosa).
- ¿Por qué los metales de la pila de Volta han de ser distintos?, ¿por qué se produce esa diferencia de potencial entre dichas placas?
- Indica las aplicaciones que tiene el descubrimiento de Volta y repercusiones tuvo en su tiempo.

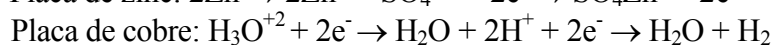
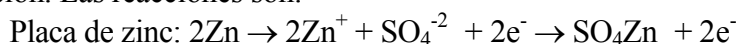
### 1.3. ALESSANDRO VOLTA. PILA DE VOLTA. COMENTARIO

B. Las ideas que transmite Volta a la Royal Society son una descripción del acumulador de electricidad producto de sus investigaciones sobre la interacción de los metales con un medio acuoso, sus reacciones químicas y la carga eléctrica que hacen circular. Indica la enorme ventaja que supone esto frente a los acumuladores de carga eléctrica por frotamiento, tales como las botellas de Leyden (condensador).

C. La pila de Volta funciona por la diferente afinidad electrónica de los metales utilizados, potenciales redox, en un medio acuoso. Para los metales dados en una disolución acuosa de ácido sulfúrico y agua, las ionizaciones serían:



Cuando se unen las placas mediante un circuito exterior fluyen los electrones del metal de menor potencial redox (Zn) al de mayor potencial redox (Cu), atrayendo al ion sulfato y reaccionando con él, pasando el metal ionizado de la placa a la disolución para formar sulfato de zinc. Los electrones de la placa de cobre que recibe por el circuito exterior atraen al ion hidronio ( $\text{H}_3\text{O}^{+2}$ ), siendo transferidos a este ion positivo que se transforma en agua e hidrógeno (este último se volatiliza por ser un gas). De este modo una de las placas es disuelta por reacción con el ion sulfato que se encuentra en la disolución. Las reacciones son:



D. Del modo anterior se obtiene una corriente eléctrica a una tensión dada por el potencial redox del par de placas metálicas, dada por su diferente afinidad electrónica, por eso deben ser distintos. La tensión total será igual al número de pares de placas multiplicada por su potencial redox. La cantidad de potencia y energía que pueda dar la pila va a depender de su tamaño.

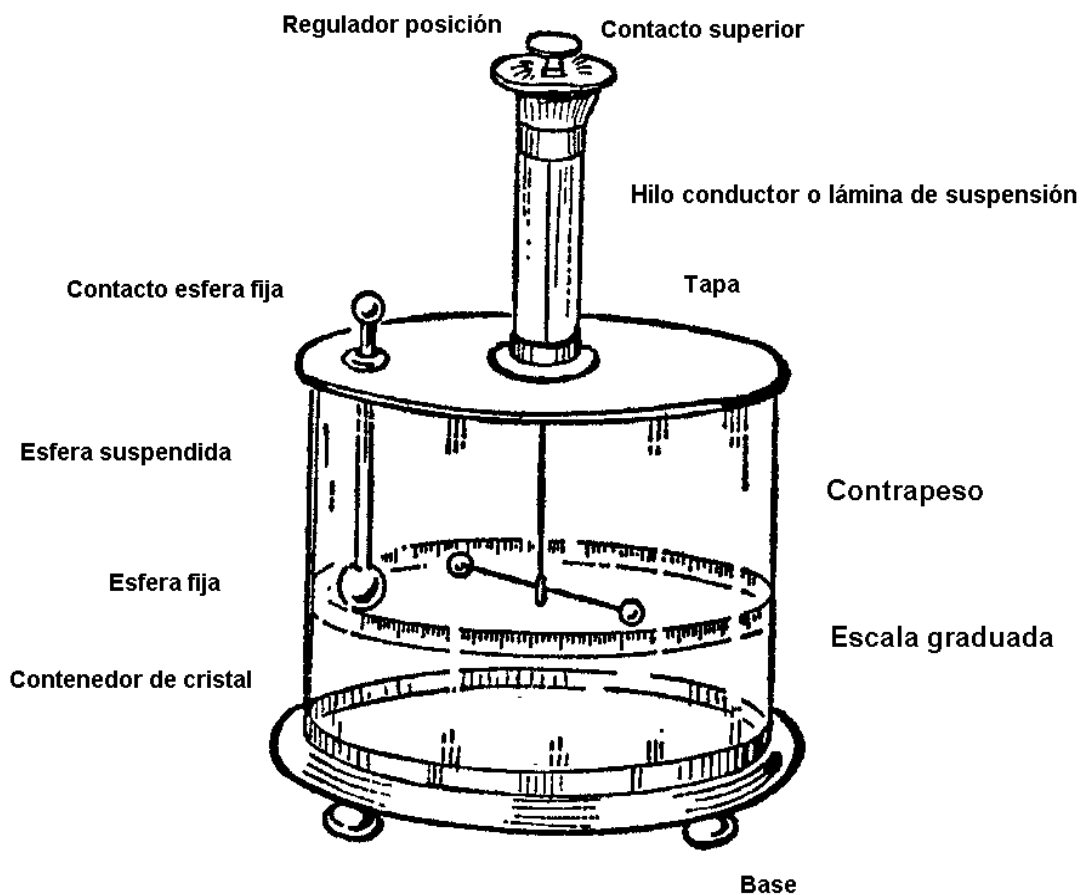
Un experimento que se puede realizar para verificar el potencial redox es introducir dos monedas de metales distintos no muy alejadas en el interior de media naranja o limón, el medio es acuoso con el ácido cítrico, y medir con un polímetro la diferencia de potencial. O empapar un papel poroso de cocina con dicho zumo y colocarlo entre dichas monedas, pudiéndose medir una diferencia de potencial eléctrico.

E. La pila de Volta supuso en aquel momento disponer de energía eléctrica en grandes cantidades y de forma permanente para realizar experimentos en laboratorios de física y química, para el estudio de los fenómenos eléctricos, que dependía de elementos basados en la acumulación de carga en botellas de Leyden (condensadores), esto supuso una revolución en este campo de la física y la química. Más tarde, dio lugar a nuevos tipos de pilas y baterías que son utilizados en diversos aparatos y servicios, tales como arranque de motores y alimentación de motores eléctricos, sistemas de alimentación ininterrumpida para aparatos electrónicos en caso de fallo de suministro de red, pequeños electrodomésticos y dispositivos de uso diario (linternas, radios, aparatos reproductores, etc.).

## 1.4. BALANZA DE TORSIÓN DE COULOMB

En 1785 Coulomb diseñó un aparato de medida denominado Balanza de Torsión, con el cual determinó su famosa ley, siendo uno de los primeros aparatos de medida eléctricos. Realiza las siguientes actividades:

- Señala cada uno de sus elementos sobre la figura.
- Expresa cuál es la ley de Coulomb, qué relaciones de magnitudes establece, y qué se puede inferir.
- Indica cómo funciona el aparato de la figura.
- Explica cómo realizaba el experimento, su método.
- Explica si existe alguna otra analogía con alguna otra ley física que conozcas.
- Explica qué repercusiones sociales tuvo el diseño del dispositivo y la ley de Coulomb.



#### 1.4. BALANZA DE TORSIÓN DE COULOMB. COMENTARIO

A. Esta formado por un recipiente de vidrio en cuyo perímetro se halla adherida una banda graduada para medir movimientos angulares. Sobre el mismo se dispone de una tapa aislante de cuyo centro pende un hilo conductor del cual esta suspendida una barra aislante con dos pequeñas esferas en los extremos, una de ellas metálica unida al hilo conductor, la otra aislante que actúa de contrapeso. Sobre la misma tapa, fijada mediante una varilla rígida, se dispone de otra esfera en el interior, a la misma distancia del centro que las suspendidas.

B. Coulomb llegó a determinar que las fuerzas de atracción o repulsión entre dos cargas eléctricas  $q$  y  $q'$  situadas en esferas es:  $F = kqq'/d^2$ , es decir: “proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre ellas”.

C. Enfrentada una de las esferas suspendida con la fijada a la tapa, cargadas ambas con una cantidad de electricidad, se produce una repulsión o atracción entre ambas, dependiendo del tipo de carga, efecto que produce un desplazamiento que puede ser medido en la escala externa. La torsión del hilo de suspensión limita el giro libre de la barra suspendida. La distancia  $d$  es medida mediante el radio ( $r$ , desde el punto de suspensión al centro de la esfera) de la barra de suspensión y el ángulo girado ( $d = 2r \cdot \sin(\theta/2)$ ).

D. Se carga una de las esferas suspendidas con una determinada cantidad de electricidad  $q$ , a continuación se carga la esfera fija a través de la varilla con distintas cantidades de electricidad  $q'$ . La interacción entre ellas se observa y mide como ya hemos descrito. Basta confeccionar una tabla de valores  $q'$ ,  $d$ , para una carga  $q$  y un radio  $r$  dado para obtener la relación de magnitudes expresada anteriormente. La constante de proporcionalidad depende del sistema de unidades, en el Sistema Internacional la unidad de carga es el Coulombio y  $k = 8'98742 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{Coulombio}$ .

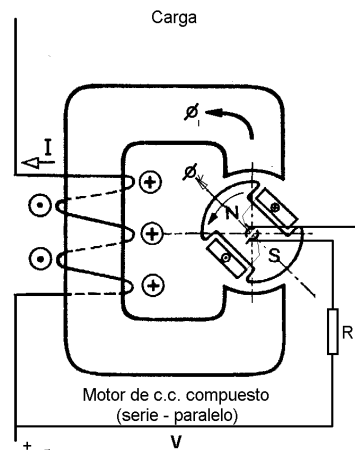
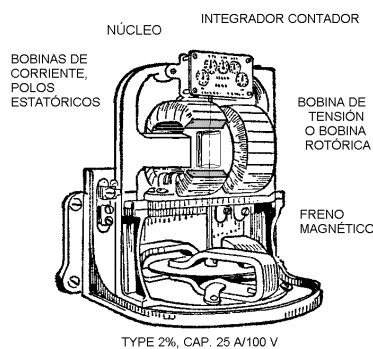
E. La ley de Coulomb guarda cierta relación en la expresión con la ley de Newton de la gravitación universal de atracción de masas, puesto que tanto los campos eléctricos como gravitatorios son newtonianos, es decir, dada una carga (masa) la fuerza de la interacción con otra es proporcional a su carga (masa) e inversamente proporcional a la distancia que las separa.

F. La balanza de torsión de Coulomb fue el primer aparato de medida eléctrico que se construyó, siendo un paso decisivo para realizar experimentos, conocer las cargas eléctricas y la interacción que se produce entre ellas. Esto daría lugar al desarrollo del conocimiento de los fenómenos eléctricos y su aplicación para satisfacer diferentes necesidades humanas, así como la creación de diferentes sistemas de unidades para el intercambio de información científica y los intercambios comerciales.

## 1.5. CONTADOR DE ENERGIA EN C.C. DE ELIHU THOMSON

En la expansión de las redes de c.c. tuvo gran importancia el desarrollo de contadores de energía para la facturación a los abonados. El primero de los contadores de motor fue el de Elihu Thomson en 1882, tal como se ve en la figura se trata de un motor compuesto de c.c., consta de dos grandes bobinas toroidales fijas en el estator que crean el campo magnético principal al circular la corriente del circuito, en el rotor o armadura está situada una bobina con una resistencia en serie por la que circula, mediante un colector de delgas y escobillas, una corriente proporcional a la tensión. El par de giro es proporcional al producto de los flujos creados por las bobinas, como en una bobina  $\Phi = a \cdot NI$ , entonces:  $M = b \cdot \Phi_1 \Phi_2 = c \cdot IV = c \cdot P$ . En la parte inferior existe un disco de cobre o aluminio entre varios imanes en herradura para evitar las aceleraciones e inercias del rotor, efecto de la interacción de las corrientes parásitas inducidas y el campo magnético de los imanes. Dicho par de giro se lleva a un integrador mecánico que mide la energía: como el giro  $\alpha = \omega t$ , siendo  $\omega = d.M = e.P \rightarrow \alpha = e.P.t = e.E$ . Realiza las siguientes actividades (a, b, c, d, e son constantes de proporcionalidad):

- Explica que es un motor de c.c. compuesto, ¿cómo se llaman las bobinas?
- Explica que es un colector de delgas y las escobillas.
- Señala en el bastidor las partes del contador. Interpreta su placa de características eléctricas.
- Razona cual es el circuito voltimétrico y amperimétrico del contador.
- Explica la expresión de proporcionalidad en una bobina:  $\Phi = a NI$
- Explica por qué  $M = b \cdot \Phi_1 \Phi_2 = c \cdot IV = c \cdot P$
- ¿Qué es un integrador mecánico? Explica por qué el ángulo o vueltas giradas son, en el integrador, proporcionales a la energía consumida ( $\alpha = eE$ )
- Explica cómo funciona el freno antiinercial o magnético del contador.
- Intenta razonar que importancia social pudo tener el diseño de este dispositivo en el desarrollo de la distribución y consumo de energía eléctrica en c.c.



Contador Elihu Thomson de c.c.

## 1.5. CONTADOR DE ENERGIA EN C.C. DE ELIHU THOMSON. COMENTARIO

A. Un motor de corriente continua compuesto, o “compaund”, es aquel que tiene las excitaciones de las bobinas estatóricas y rotóricas independientes, en este caso la bobina estatórica inductora es excitada por la corriente de consumo I (considerando la resistencia de esta bobina despreciable), y por la bobina rotórica o inducida circula una corriente proporcional a la tensión  $I_v = V/R$ , siendo R la resistencia en serie

B: Un colector de delgas es un conmutador electromecánico, está formado por un cilindro aislante solidario al eje del rotor sobre el cual se disponen tantos pares de delgas aisladas como ramas de bobinas tiene el rotor. Sobre el colector de delgas descansan las escobillas (normalmente de grafito) para el contacto eléctrico con el exterior estático.

C: Señalar las partes sobre el bastidor del aparato. La placa de características indica que: el aparato tiene una clase de precisión del 2% (error máximo de medida), muy preciso para el tipo, con una intensidad máxima de funcionamiento de 25 A y una tensión de funcionamiento nominal de 100 V.

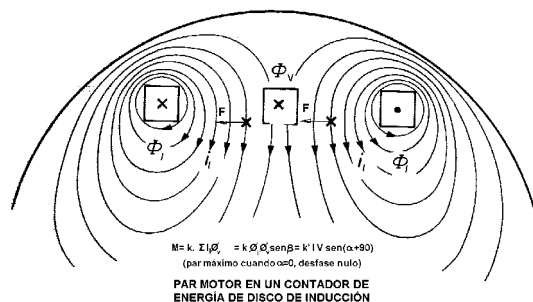
D: El circuito amperimétrico lo constituyen las bobinas fijas del estator (inductor), por el que circula la intensidad I del circuito, el circuito voltimétrico lo constituye la bobina del rotor (inducido), el colector de delgas, las escobillas y la resistencia en serie que están sometidas a la tensión de alimentación.

E: Indica que el flujo creado por una bobina es proporcional al número de espiras que posee y a la corriente que circula por ella (inversamente proporcional a la reluctancia del circuito magnético de la misma).

F: Indica que el par es proporcional al producto de los flujos producidos por las bobinas inductora (estatórica) e inducida (rotórica). Por la inductora circula la intensidad I de la carga (considerando la resistencia de la bobina rotórica despreciable), por la de inducido la intensidad proporcional a la tensión del circuito  $I_v = V/R$ , siendo R la resistencia en serie. Por lo que el par es  $M = k \cdot I \cdot I_v / R = c \cdot I \cdot V = c \cdot P$ , proporcional a la potencia que se consume en ese instante.

G: Un integrador mecánico es un conjunto de ruedas dentadas (engranajes) y discos numerados que muestran una cantidad proporcional al número de vueltas que da el eje del motor. Como el número de vueltas es proporcional a la energía consumida, porque la velocidad angular lo es a la potencia consumida, el integrador convenientemente tarado indica la energía consumida.

H. Al moverse el disco los imanes fijos crean en él corrientes parásitas o de Foucault, la interacción entre el campo magnético de los imanes y las corrientes en el disco crea un par de fuerzas (según la regla de la mano derecha  $F = \beta \wedge I$ ) resistente, de sentido contrario al de giro (en la figura:  $F \leftarrow \downarrow \otimes \uparrow, \uparrow \otimes \downarrow \leftarrow F$ ; siendo  $\downarrow \uparrow$  corrientes parásitas,  $\otimes$  y  $\oplus$  campo magnético,  $F \leftarrow$  fuerzas producida).



I: En el desarrollo comercial de cualquier producto tienen gran importancia la cuantificación de la cantidad demandada y consumida por el cliente para que el proveedor pueda llevar a cabo una estimación adecuada de la producción y una facturación acorde al precio de la unidad consumida. De este modo el contador de energía supuso un medio seguro de medir las unidades de energía consumidas por un cliente y para el proveedor el medio de estimar la producción y el precio de la unidad energética en función de los costes de amortización de la construcción de centrales de generación y líneas de distribución, mantenimiento, gastos de la instalación y porcentaje de beneficios, lo que dio lugar a la creación de empresas y la expansión comercial de la distribución de energía eléctrica en c.c.



## **2. ACTIVIDADES SOBRE ENERGIAS**

Estas actividades tratan sobre diversos métodos de obtención y usos de energía eléctrica y diversos aspectos CTS.

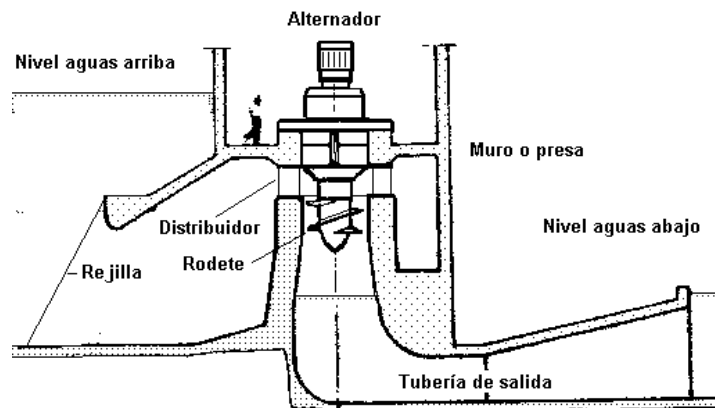


## 2.1. MINICENTRALES HIDROELÉCTRICAS. MAQUINAS ASÍNCRONAS

Son pequeñas centrales situadas en los cursos de los ríos para aprovechar su capacidad de energética debido a su caudal y energía cinética (rapidez) o potencial (debido a diferencias de altura en su curso). Su capacidad generadora no supera unos megavoltioamperios. En la figura se muestra una de estas centrales con turbina Kaplan (de hélice) que dispone de un alternador asíncrono (máquina de inducción con batería de condensadores en paralelo), basta para ello que gire inicialmente a una velocidad superior a la de sincronismo y se conecte a la red, necesitándose una batería de condensadores en paralelo para compensar la energía reactiva necesaria para la excitación. Realiza las siguientes actividades:

- Explica el funcionamiento de la central indicando la función de cada uno de sus elementos.
- ¿Qué aplicaciones puede tener?, ¿qué ventajas y desventajas posee?
- El cauce tiene un caudal  $Q$  de  $20 \text{ m}^3/\text{s}$ , el salto  $H$  es de  $10 \text{ m}$  (entre aguas arriba y aguas abajo), y la eficiencia o rendimiento  $\eta$  del equipo turbina-alternador es del  $80\%$ . Determinar la potencia instantánea que puede producir la central:  $P=9'8QH\eta$  (kW)
- Si el alternador tiene una tensión nominal de  $5 \text{ kV}$  y está conectado a una red de  $380 \text{ V}/50 \text{ Hz}$ , ¿cuáles deberán ser las características nominales mínimas del transformador? A continuación seleccionarlo de las tablas adjuntas e indicar sus características más relevantes.
- Si el alternador es tetrapolar conectado en estrella, determinar : 1) Velocidad de sincronismo. 2) Intensidad máxima que circulará en el alternador. 3) Intensidad máxima que circulará por la línea. 4) Características nominales del alternador.

Minicentral de turbina Kaplan de eje vertical, cámara en sifón



SERIE 5 KV (max. 55 +/- 5%) /380 V

Transformadores trifásicos en aceite

TIPO KO KOU	Potencia nominal kVA	Conexión Δ/Δ						
		Baja tensión Voltios máx.	Voltios mín.	Pérdidas hierro Vatios	Pérdidas cobre Vatios	Rendto. $\cos\phi = 1$ %	Caida ohmica de tensión %	Tensión de corto- circuito %
105/ 5	5	525	25	70	145	95,76	2,9	4,2
125/ 5	10	525	30	110	270	96,24	2,7	4,1
145/ 5	20	525	50	180	480	96,72	2,4	4,0
165/ 5	30	525	60	240	660	97,02	2,2	3,9

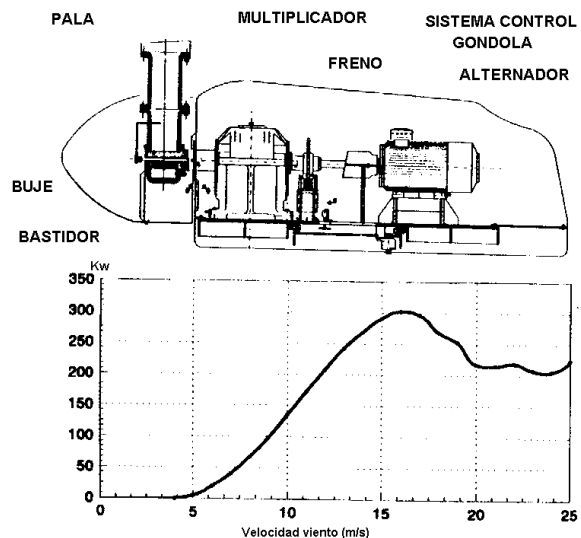
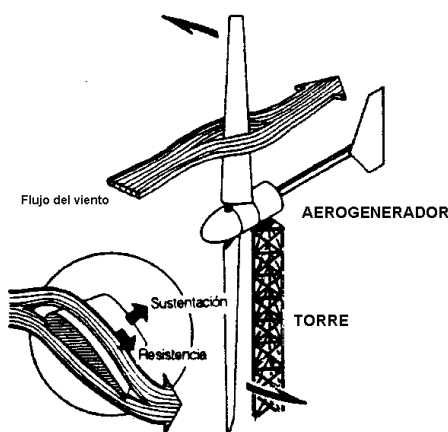
## 2.1. MINICENTRAL HIDROELÉCTRICAS. MAQUINAS ASÍNCRONAS. COMENTARIO

- A. La central funciona debido al desnivel entre aguas arriba y aguas abajo. El agua atraviesa la rejilla, que evita la entrada de sólidos en la central, mediante el distribuidor se regula la cantidad de agua de circulación y la velocidad de entrada en la turbina, la cual esta situada en la tubería y posee un rodete con palas que hace girar el agua. El movimiento de giro del rodete de la turbina es transmitido mediante un eje al alternador. De este modo la energía potencial del agua se transforma en energía cinética, que en el alternador se transforma en eléctrica.
- B. Las aplicaciones que puede tener son la generación de energía eléctrica de unos cuantos kVA, puede ser utilizada para limpiar el curso del río de elementos sólidos mediante la rejilla y un rastrillo de extracción mecanizado, oxigenación del agua aguas abajo (debido a las turbulencias que se producen), regulación del caudal del cauce. Posee la ventaja de no producir productos secundarios contaminantes como el dióxido de carbono y humos, ahorrando la combustión del carbón o fuel necesario para producir esa potencia. La desventaja que posee, como toda obra humana, es que modifica el medio.
- C. La potencia que puede producir la minicentral para los datos dados ( $Q= 20 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $H= 10 \text{ m}$ ,  $\eta=80\%$ ) es:  $P=9'8QH\eta \text{ (kW)}= 9'8.20.10.0'8= 1568 \text{ kW}= 1'568 \text{ MVA}$  (para un factor de potencia de uno).
- D. Por la potencia máxima de generación (1'5 MVA) y la tensión de generación (5 kV) se seleccionaría el transformador más pequeño de las tablas, 5kV/380V, de 5 kVA, tipo KO 105/5, conexión estrella/estrella (Y/Y) Sus características más sobresalientes son: Regulación de tensión en el lado de baja de 25 a 525 V, pérdidas en el hierro 70 W (en vacío), pérdidas en el cobre 145 W (en c.c. con corriente nominal), rendimiento 95'76%, tensión de cortocircuito 4'2%.
- E. 1-Dado que el alternador es tetrapolar ( $2p=4$ ) y la frecuencia de la red de 50 Hz, su velocidad de sincronismo deberá ser:  $N_s= 60f/p= 3000/p= 1500 \text{ r.p.m.}$   
2-El alternador puede producir una potencia máxima de 1'568 MVA a una tensión de 5 kV, suponiendo un factor de potencia igual a la unidad, la intensidad máxima que circulará por sus fases (sabiendo que la relación entre potencia, tensión e intensidad es:  $P= \sqrt{3}VI\cos\alpha$ ) será :  $I= P/\sqrt{3}V\cos\alpha= 1568000/\sqrt{3}.5000= 181 \text{ A.}$   
3-En las líneas, conectada al secundario del transformador, circularía en baja tensión de 380 V una intensidad (3) dada por:  $I= P/\sqrt{3}V\cos\alpha= 1568000/\sqrt{3}.380= 2382 \text{ A.}$   
4-El alternador debería tener unas características de: 1'6 MVA, 5 kV, 181 A.

## 2.2. MINICENTRAL EÓLICA. ALTERNADOR ASÍNCRONO

Son pequeñas centrales que aprovechan la capacidad energética cinética (velocidad) del aire. Su capacidad generadora no supera unas centenas de Kilovoltioamperios. En la figura se muestra una de estas centrales, con eje horizontal de dos palas en el buje, y una vista interior de la góndola en la que se sitúa el multiplicador de giro y los sistemas automáticos de control. El alternador es de tipo asíncrono (máquina de inducción con batería de condensadores en paralelo) que es conectable a la red cuando gira a una velocidad superior a la de sincronismo, necesitándose la batería de condensadores en paralelo para compensar la energía reactiva necesaria para la excitación. Las palas pueden ser orientables para regular la velocidad de giro. Realiza las siguientes actividades:

- En la figura se muestra el principio de funcionamiento del aerogenerador, explica el funcionamiento del mismo y la función de cada uno de sus elementos señalándolos.
- ¿Qué aplicaciones puede tener?, ¿qué ventajas y desventajas posee?
- La potencia desarrollada por un aerogenerador depende de la velocidad del viento  $v$ , del área del rotor de captación  $A$ , las características constructivas de la máquina  $c_p$ , según la relación:  $P = c_p A v^3$  (kW). Si para la máquina considerada la relación entre la velocidad del viento y la potencia desarrollada es la dada en la tabla, y la velocidad del viento es de 15 m/s, determinar: velocidad del viento en km/h y la potencia desarrollada por el aerogenerador.
- Si el diámetro del rotor es de 26 m, ¿cuál es el coeficiente  $c_p$  del aerogenerador?
- Suponiendo que el alternador tiene una tensión nominal de 5 kV y está conectado a una red de 380 V/50 Hz, ¿cuáles deberán ser las características nominales mínimas del transformador?
- Suponiendo que el alternador es tetrapolar conectado en estrella, determinar: 1) Velocidad de sincronismo. 2) Intensidad máxima que circulará en el alternador. 3) Intensidad máxima que circulará por la línea. 4) Características nominales del alternador.



## 2.2. MINICENTRAL EÓLICA. ALTERNADOR ASÍNCRONO. COMENTARIO

A. El flujo de viento actúa sobre las palas ejerciendo una fuerza que imprime en el buje un par de giro, el cual se transmite mediante el eje y el multiplicador al alternador. Sobre las palas el viento ejerce dos fuerzas, que dependen de la inclinación de las mismas, la sustentación en la cara anterior y la resistencia en la posterior.

B. Las aplicaciones que tienen los aerogeneradores es la obtención de energía eléctrica, aunque los molinos de viento también han sido utilizados para la extracción de agua mediante el accionamiento de bombas. Este tipo de dispositivos posee la ventaja de que no polucionan el ambiente al no utilizar combustibles, ahorrando el combustible necesario para producir la potencia que generan. Como toda obra humana modifica el paisaje.

C. La velocidad del viento  $v$  es 15 m/s, que en km es:  $v = 15 \text{ m/s} \cdot 3600 \text{ s/h} \cdot \text{km}/1000\text{m} = 540 \text{ km/h}$ . Para esta velocidad, según curva característica del aerogenerador, este produce una potencia eléctrica de aproximadamente 300 kW.

D. Sabiendo que la potencia desarrollada por un aerogenerador es:  $P = c_p A v^3$  (kW), y que las magnitudes que intervienen son: velocidad del viento  $v$  (15 m/s), área  $A$  de captación del rotor ( $A = \pi D^2/4 = 3 \cdot 14.26^2/4 = 531 \text{ m}^2$ ) y potencia desarrollada  $P = 300 \text{ kW}$ , el coeficiente constructivo será, despejando:  $c_p = P/A v^3 = 300 / (531 \cdot 15^3) = 0.0001674$ . Si  $P$  se expresa en vatios  $c_p = 0.1674 \text{ J} \cdot \text{s}^2/\text{m}^5$ .

E. Las características nominales del transformador estarán determinadas por las tensiones de generación y red, así como por la potencia desarrollada por el generador (ver curva característica), por tanto las características aproximadas del transformador deberían ser: 5kV/380 V, 300 kVA.

F.1. Para determinar la velocidad de sincronismo del alternador es necesario conocer la frecuencia de la red (50 Hz) y su número de polos ( $2p=4$ ). Como la relación existente entre esas magnitudes es:  $N_s = 60f/p = 3000/2 = 1500 \text{ r.p.m.}$ , es la velocidad de sincronismo de este alternador.

2. La potencia eléctrica generada por un alternador viene dada por  $P = \sqrt{3} V I \cos \alpha$ . Suponiendo un factor de potencia unidad la intensidad que circulará por cada una de sus fases será:  $I = P/\sqrt{3} V = 300000/\sqrt{3} \cdot 5000 = 34.64 \text{ A}$ .

3. Del mismo modo la intensidad que circulará por la línea conectada al secundario del transformador, suponiendo un factor de potencia unidad, será:  $I = P/\sqrt{3} V = 300000/\sqrt{3} \cdot 380 = 455.8 \text{ A}$ .

4. Las características nominales del alternador son: 5kV/35 A/300 kW.

### 2.3. BOMBEO EOLICO. MOLINO DE VIENTO.

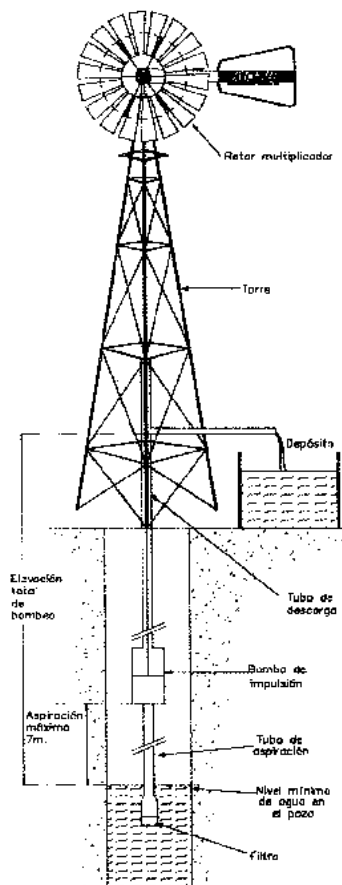
En una granja situada en el campo se desea bombear agua de un pozo superando una altura de 20 m, con un caudal mínimo de 300 l/h, instalando un molino de viento para el bombeo.

La potencia que hay que desarrollar en el bombeo y elevación de un caudal  $Q$  ( $m^3/s$ ) a una altura  $H(m)$  viene dada por:  $P = \gamma QH$  (W),  $\gamma = 1000 \text{ kgf}/m^3 = 9800 \text{ N}/m^3$  para el agua.

El molino de viento desarrolla una potencia dependiente de la velocidad del viento  $v(m/s)$ , y del área del rotor de captación  $A(m^2)$ , y las características constructivas de la máquinas  $c_p$ , según la relación:  $P = c_p A v^3$  (W).

Realizar las siguientes actividades:

- Intenta explicar como funciona el dispositivo señalando cada uno de los elementos del molino o sistema eólico de bombeo.
- El caudal que bombeara el dispositivo a la altura dada utilizando las curvas y tablas características.
- Potencia mínima a desarrollar para elevar el caudal a la altura dada.
- ¿Cuál sería la velocidad del viento si el coeficiente constructivo  $c_p$  del molino es 0'54?
- Explica la diferencia entre este tipo de bombas de achique y las eléctricas, e intenta comparar las ventajas e inconvenientes utilizando uno u otro tipo.



Caudal máximo l/h	Elevación total de bombeo			
	Diámetro del rotor (m)			
	1'8	2'6	3'0	4'0
1000	20	50	80	105
1200	15	45	70	100
1800	10	40	60	90
2400		30	50	80
5000			25	50
7500			15	35

### 2.3. BOMBEO EOLICO. MOLINO DE VIENTO. COMENTARIO

A. El funcionamiento es como sigue: El viento impulsa el rotor, que es orientado por la veleta directriz en la dirección del viento. La energía motriz generada en el rotor es transmitida por un eje vertical hasta la bomba de achique, la cual aspira el agua y la impulsa hasta el depósito por las respectivas tuberías. Todos los elementos están fijados y soportados por una torre con estructura en celosía. La altura de aspiración no puede superar los 7 m, tal como indica el fabricante, puesto que se podría producir cavitación en la columna de agua y no cebarse la bomba.

El efecto de cavitación en una columna de agua se produce a bajas presiones, básicamente es la producción de burbujas o bolsas de vapor que impiden el ascenso del fluido.

B. Según tablas del molino se pueden seleccionar varios diámetros del rotor, para 300 l/h sería suficiente elegir el molino de diámetro de rotor mínimo de 20 m, que puede suministrar hasta 1000 l/h

C. La potencia a desarrollar por el molino para elevar el caudal dado a la altura deseada será:  $P = \gamma QH = 9800 \text{ N/m}^3 \cdot 300 \text{ l/h} \cdot \text{m}^3 / 1000 \text{ l} \cdot 20 \text{ m} = 58800 \text{ W}$

D. Como la potencia desarrollada y necesaria deben ser iguales:  $P = c_p A v^3 \text{ (kW)} = 0.54 \times (\pi D^2 / 4) v^3 = 0.54 (\pi 20^2 / 4) v^3 = 169.6 v^3 = 58800 \text{ W}$ , despejando se obtiene una velocidad del viento de  $v = 3.26 \text{ m/s}$ .

E. En los molinos de viento se utiliza la energía eólica como energía primaria, no necesitando instalaciones adicionales de suministro de energía de otro tipo. En contrapartida puede tener el inconveniente de que en días de calma, es decir, de baja velocidad del viento no puede apenas bombear. Un bombeo con motor eléctrico implica la instalación o existencia de una instalación o línea de suministro de energía eléctrica o un grupo electrógeno, así como los elementos de control y protección. Si el suministro eléctrico es permanente se puede bombear agua cuando sea necesario, tiene el inconveniente del consumo de energía eléctrica y las consecuencias que de ello se derivan.

### **3. ACTIVIDADES SOBRE SEGURIDAD EN LA UTILIZACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA**

Estas actividades tratan sobre diversos temas relacionados con la seguridad en la utilización de la electricidad en las instalaciones de distribución de la energía eléctrica y diversos aspectos CTS con ellos relacionados.

### 3.1. PROTECCION CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS

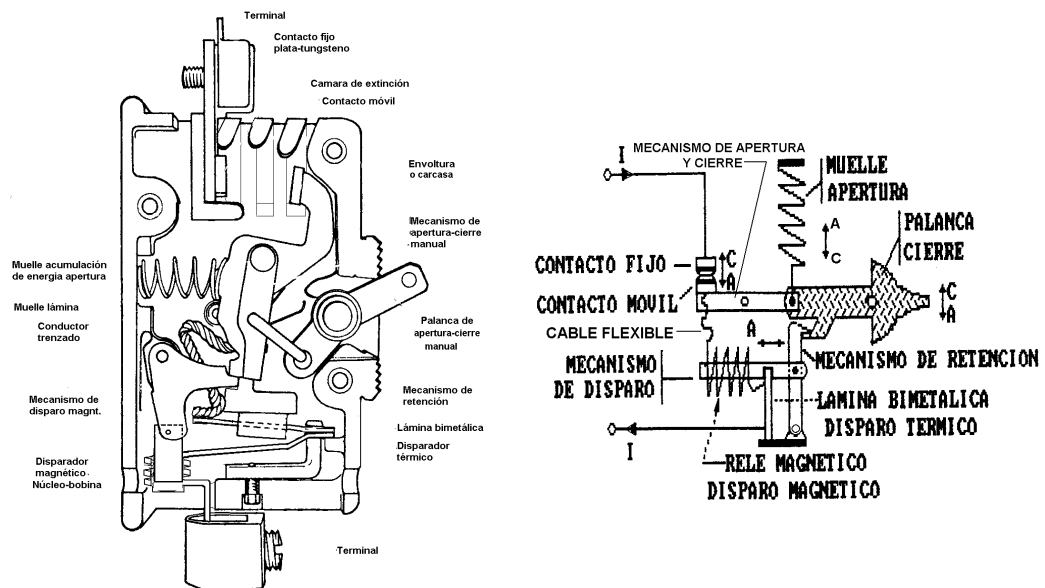
Las instalaciones en el hogar están realizadas mediante líneas de dos conductores, denominadas fase y neutro. Cada línea se denomina circuito. Tanto la instalación general como cada uno de los circuitos de función específica está protegido con un interruptor automático magnetotérmico. Existe uno general y tantos pequeños como circuitos existentes (para cocina, calentador, iluminación, usos generales, etc.).

Sus características nominales son:

- Tensión nominal, normalmente 230/380 V.
- Intensidad nominal: depende de la potencia contratada y la intensidad en cada circuito.
- Poder de corte: Máxima potencia que en caso de cortocircuito puede interrumpir un interruptor automático: 4500, 6000, 8000, 10000 A.

En la figura se muestra la sección de un interruptor automático unipolar. Realizar las siguientes actividades.

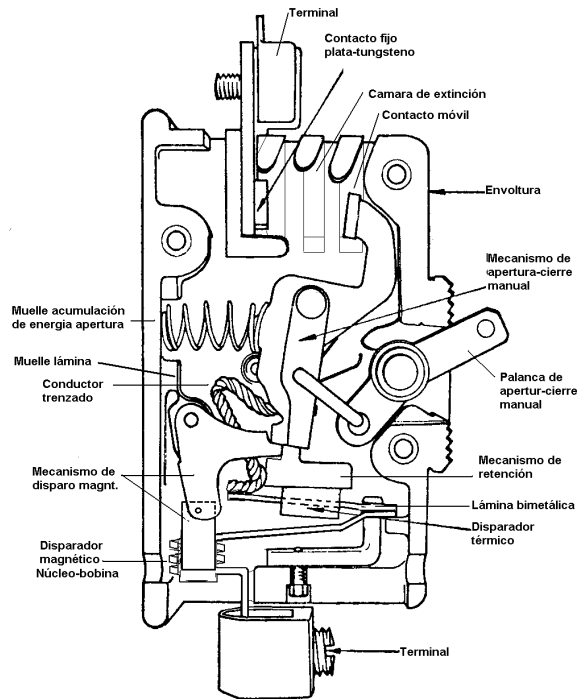
- Indica el nombre de cada uno de sus elementos utilizando el esquema anexo, dibuja un trazo en color por donde circula la corriente de un a otro terminal.
- ¿Qué relación existe entre la intensidad nominal y la potencia máxima en un circuito? ?
- Explica cómo funciona el interruptor térmico sabiendo que es una lámina bimetalica. ¿Qué curva de disparo tiene?
- Explica cómo funciona el interruptor magnético sabiendo que es un núcleo móvil en el interior de una bobina. ¿Qué curva de disparo tiene?
- ¿Cuál sería la curva de disparo de un magnetotérmico?
- ¿Cómo se consigue la extinción del arco en la apertura de contactos, y por lo tanto el poder de corte?, ¿qué es el poder de corte?
- Qué funciones de seguridad cumple un interruptor automático magnetotérmico. ¿Qué protege?, ¿qué implicaciones sociales tiene?
- Mira en tu casa el cuadro de protecciones y dibújalo con sus características nominales. Un interruptor indica: ICPM 20 A; 220/380 V≈; 50Hz 6000 ptr. Otro: k32a; nº17 L(15 A); 230V; N+1, 6000 A. Explica que significa.





### 3.1.PROTECCION PARA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS. COMENTARIO

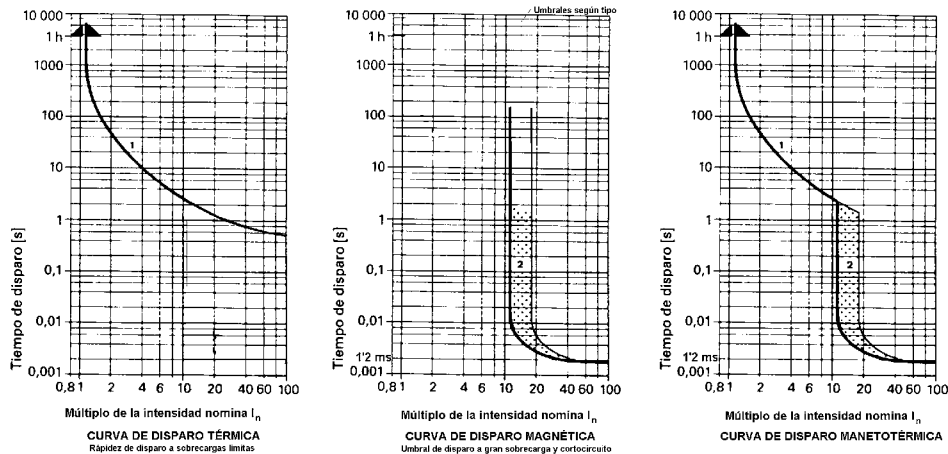
A. El nombre de cada uno de los elementos de un interruptor automático magnetotérmico es el que se muestra en la figura.



B. La relación entre potencia e intensidad a una tensión dada viene dada por la expresión:  $P= V.I$

C. Por el interruptor térmico bimetalico al circular una corriente se produce un calentamiento de ambas láminas metálicas. Pero elegidas de tal modo que su coeficiente de dilatación es distinto, de modo que su elongación con la temperatura es diferente, como están íntimamente unidas se producirá un arqueamiento del conjunto de modo que estando uno de los extremos fijos el otro tendrá un movimiento perpendicular al eje de las láminas. Ese movimiento en caso extremo de paso de corriente puede activar el mecanismo de enclavamiento y disparar el mecanismo de apertura del interruptor. La curva de disparo  $t-I$  es una hipérbola asintótica con respecto a la vertical por  $I_n$  (intensidad nominal). En efecto, para  $I < I_n$  la energía calorífica producida en la resistencia  $R$  de las láminas es disipada por convección a la temperatura ambiente, pero si la intensidad aumenta se produce una acumulación de calor que produce el disparo,  $E_T = k.R(I-I_n)^2 t$ , despejando:  $t = E_T / k.R(I-I_n)^2 = a / (I-I_n)^2$ , la curva comentada, siendo  $E_T$  la energía térmica máxima acumulable.

D. Cuando la corriente es suficientemente alta ( $I_{disp}$ , varias veces superior a la nominal: de 2 a 7 veces o más según el tipo) el núcleo ejerce una fuerza suficiente sobre el mecanismo de enclavamiento para que se dispare el mecanismo de apertura del interruptor. La curva  $t-I$  de este dispositivo será vertical por  $I_{disp}$ , con un pequeño retraso (ms) en la apertura para  $I \geq I_{disp}$ .



E. La curva de disparo conjunta del interruptor magnetotérmico será la combinación de las curvas descritas para el disparador térmico y magnético, es decir, será una hipérbola asintótica con respecto a la vertical por  $I_n$ , después será vertical por  $I_{disp}$ , con un pequeño retraso (ms) en la apertura para  $I \geq I_{disp}$ . La rapidez del disparo y el valor de  $I_{disp}$  determina el tipo y uso de los magnetotérmicos (para líneas [L]), aplicaciones generales [G] y motores [M]).

F. La extinción del arco se produce en la cámara de extinción que esta formada por placas ferromagnéticas paralelas en forma de U, aisladas entre sí, y por cuyo interior pasa el arco. Cuando en la apertura de contactos se produce el arco eléctrico dicha corriente produce un campo magnético cuyas líneas de fuerza son concéntricas a dicho arco, pero que son mayoritariamente reconducidas por las placas ferromagnéticas en U. Al atravesar las líneas de campo magnético el arco eléctrico la corriente del mismo sufre una fuerza que lo arquea y aumenta su recorrido en zigzag, lo cual produce, junto con las corrientes de aire de la apertura, la extinción del arco. El poder de corte es la corriente máxima de arco que puede extinguir la cámara de extinción en condiciones anómalas de cortocircuito.

G. Este interruptor posee dos dispositivos de protección integrados, el térmico más lento, pues necesita un tiempo de precalentamiento y deformación, y el magnético, casi instantáneo cuando se supera la intensidad máxima de disparo (un múltiplo de la nominal), dándole la posibilidad de protección casi instantánea contra sobrecargas muy grandes o cortocircuitos, y otra forma de protección más lenta cuando las sobrecargas son menores y sólo actúa el dispositivo térmico. Actúa como protector de las líneas y aparatos conectados a él, de modo que reporta grandes beneficios a los usuarios.

H. El significado es: Para el primero: Interruptor de control de potencia y mando, de intensidad nominal 20 A, tensión nominal 220 V entre fase- neutro, alterna de frecuencia 50 Hz y un poder de corte de 6000 A en cortocircuito. Para el segundo: Tipo k32a del fabricante, nº17 de la serie con curva de disparo tipo L, de 15 A de intensidad nominal, con una tensión nominal de 230 V, que se utiliza en el neutro y fase, siendo la fase la que produce el disparo, con un poder de corte de 6000 A.

### 3.2. ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN. PROTECCIÓN CONTRA DEFECTOS DE AISLAMIENTO Y CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS.

Por razones de seguridad en la distribución de energía eléctrica uno de los conductores, el neutro (N), se conecta a tierra (se evita así que en caso de fallo la tierra quede sometida a tensión respecto al otro conductor, con lo que nos encontraríamos en la misma situación pero sin ningún tipo de previsión para protección de accidentes). Existen dos tipos de riesgos de electrocución cuando estamos en contacto con tierra, uno es por contacto directo con el conductor activo de fase (F), el otro por contacto indirecto a través de una masa conductora (carcasa) de un aparato que sufre fallos de aislamiento de dispositivos conectados a la tensión de fase.

En instalaciones receptoras el dispositivo de protección para esos riesgos de contactos es el interruptor diferencial:

a- ¿Qué es un interruptor diferencial?, dibújalo.

b- ¿Cómo funciona?, dibújalo.

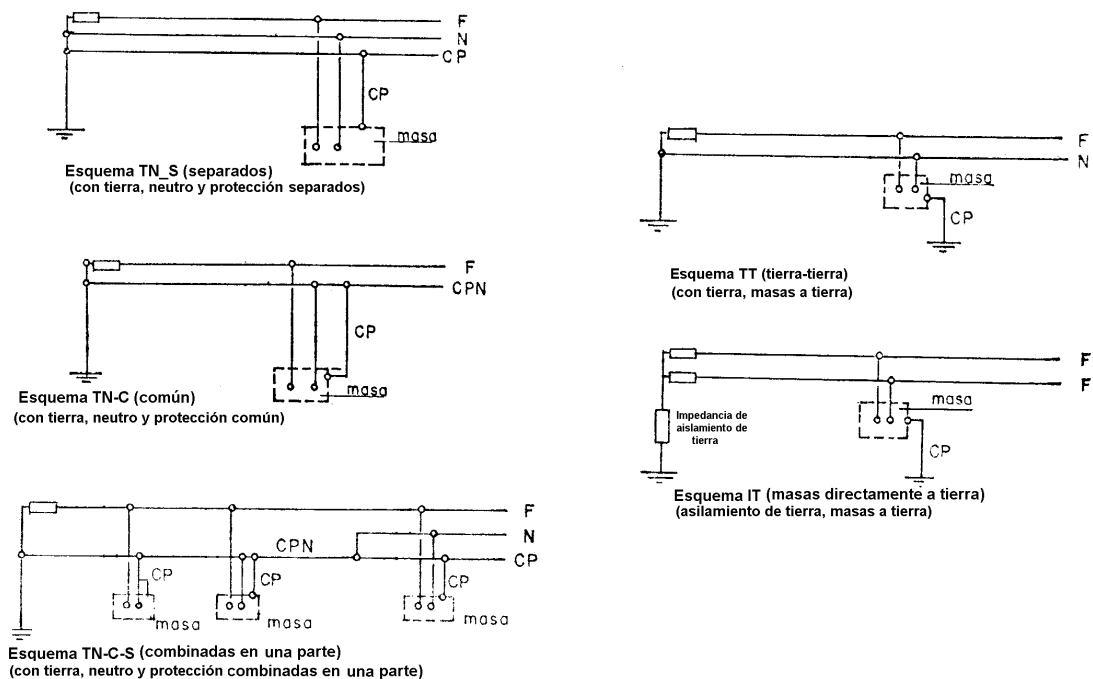
c- Además, para prevenir se puede utilizar un conductor de protección (CP) o la puesta a tierra directa de las masas de los aparatos, ¿para qué sirve?, explícalo.

A continuación se exponen los diferentes tipos de circuitos que pueden existir en una instalación receptora, explica su significado, la posición del interruptor diferencial y el camino recorrido por una corriente de fallo por defecto de aislamiento en uno de los aparatos. En cada uno de los esquemas razona: d.-¿es necesario el diferencial?, e.-¿cuál es el camino recorrido por la corriente en caso de contacto directo o indirecto?

El significado de la nomenclatura en la primera letra es para la instalación: **T**= puesta a tierra de la instalación de alimentación (a través del neutro), **I**= instalación de alimentación aislada de tierra (existe una gran impedancia).

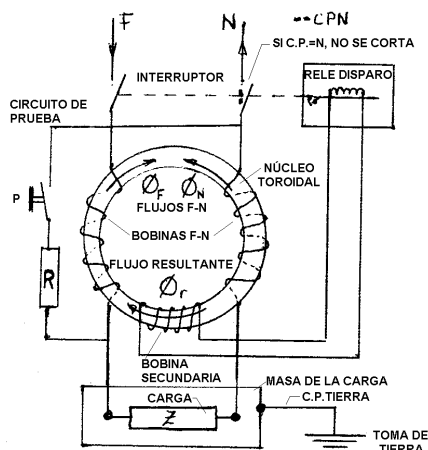
La segunda letra se refiere a la conexión a tierra de las masas: **T**= conectada directamente a tierra. **N**= conectadas al neutro. **S**= Funciones de neutro (N) y protección (CP) separadas. **C**= Funciones de neutro (N) y protección (CP) combinadas.

#### ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN IC8



### 3.2. ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN. PROTECCIÓN CONTRA DEFECTOS DE AISLAMIENTO Y CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS. COMENTARIO.

A. Un interruptor diferencial es un dispositivo de protección que actúa cuando existe una diferencia de corriente entre los conductores de ida y retorno de la línea de alimentación a un dispositivo (carga), abriendo los contactos de su interruptor de seguridad que desconecta la línea de la red de alimentación. A la diferencia de corriente que activa el dispositivo se denomina intensidad umbral de disparo, o intensidad de disparo del diferencial. Básicamente está constituido por un transformador de intensidad diferencial con dos primarios y un secundario.

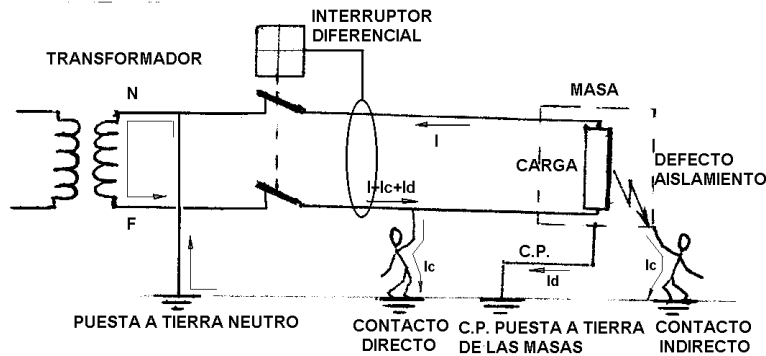


B. Elementos que lo componen y funcionamiento:

- Núcleo: Es toroidal o cilíndrico de material ferromagnético.
- Bobinas de los conductores: Son las espiras de los conductores de alimentación de la carga en torno al núcleo, deben pasar al menos una vez por el interior del núcleo, a mayor número de vueltas más sensible puede ser el diferencial. Constituyen los primarios del transformador diferencial. Ambas bobinas al circular por ellas una corriente  $I_F$  e  $I_N$  producen unos flujos opuestos en el núcleo  $\Phi_F$  y  $\Phi_N$ , el flujo resultante será  $\Phi_d = \Phi_F - \Phi_N$ , nulo cuando ambas corrientes son iguales. Cuando dichas corrientes son diferentes (fallo o defecto de aislamiento en la línea, la carga o un contacto directo o indirecto)  $I_d = I_F - I_N$ , entonces  $\Phi_d$  no es nulo, alcanzada la intensidad umbral diferencial nominal  $I_d = \Delta I_N$  el flujo diferencial es suficiente como para activar el dispositivo.
- Bobina de disparo: Es una tercera bobina arrollada al núcleo que amplifica las diferencias de flujo, o flujo diferencial  $\Phi_d$ , que producen las bobinas primarias, induciendo una tensión en sus bornes que es aplicado a un relé. A mayor número de vueltas mayor será la tensión inducida y mayor su sensibilidad.
- Relé de disparo: Electroimán formado por una bobina y un núcleo de material ferromagnético que actúa sobre el mecanismo de enclavamiento del interruptor, abriéndolo.
- Interruptor eléctrico del circuito: Es un interruptor que se cierra manualmente y se abre por la actuación del relé de disparo cuando se supera la intensidad diferencial umbral nominal, bien por un defecto real o simulado con un circuito de prueba.

- Circuito de prueba: Resistencia y pulsador en serie que se conecta entre la entrada la salida de fase y la entrada del neutro en el transformador diferencial. A la tensión nominal circula por el una corriente igual a la intensidad umbral diferencia de disparo  $\Delta I_N$ , haciendo circular una corriente diferencial entre fase y neutro  $I_d = \Delta I_N$ , lo que debe provocar la activación del dispositivo. Si no ocurre así debe cambiarse el dispositivo.

### C. Necesidad de la puesta a tierra de las masas, conductor de puesta a tierra.



Si no existe puesta a tierra el conductor de protección C.P. de la figura no existe o no tiene ninguna utilidad, en caso de defecto de aislamiento no circula corriente de defecto ( $I_d=0$ ) desde el punto de defecto a tierra por lo que el diferencial no se dispara. Esto puede provocar varios efectos: deterioro de circuitos de la carga por estar sometidos a tensiones no previstas, aumento del deterioro del aislamiento que puede provocar un cortocircuito. Además, si en un momento dado una persona toca la masa (carcasa no aislante) de la carga y está en contacto con tierra se ve sometida a la tensión del punto de defecto (tensión de defecto) por lo que por su cuerpo circulará una corriente una intensidad de contacto  $I_c$ , es decir, la persona se ve sometida a una descarga que puede producir efectos peligrosos (por su efecto físico o por la situación en que está involucrada). Entre los efectos físicos se pueden citar calambres, temblores, movimientos involuntarios e incluso la fibrilación cardíaca o el paro respiratorio. Los movimientos involuntarios pueden producir situaciones peligrosas, manipulación involuntaria de dispositivos en el puesto de trabajo, que puede provocar accidentes en la misma persona o a otras. Esta situación se podría haber evitado con una toma de tierra, el conductor de protección (C.P.), la puesta a tierra de las masas y la utilización de un interruptor diferencial en la misma máquina o en cabecera de la instalación.

Si existe CP y puesta a tierra de las masas, en caso de defecto de aislamiento el interruptor diferencial se dispara automáticamente cuando  $I_d$  supera la intensidad umbral  $\Delta I_N$ , evitando que sólo lo haga cuando existe un contacto indirecto con una intensidad de contacto  $I_c$  que supere la intensidad umbral  $\Delta I_N$ .

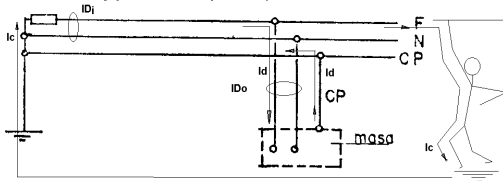
En caso de contacto directo el interruptor diferencial se dispara evitando la circulación de corrientes peligrosas para el organismo del accidentado.

D-E. Camino recorrido por las corrientes de defecto  $I_d$  (por fallo de aislamiento) y de contacto  $I_c$  (por contacto directo) en cada uno de los esquemas y necesidad de interruptor diferencial.

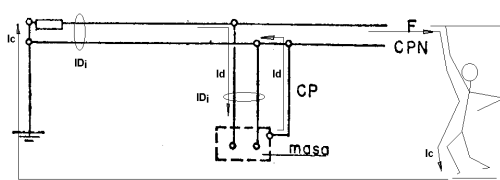
En caso de contacto indirecto la tensión de contacto es a la que está sometida la masa de los aparatos, que es igual o inferior a la tensión de fase, la corriente de contacto  $I_c$  fluye de la masa de los aparatos a tierra a través del accidentado.

## ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN IC8

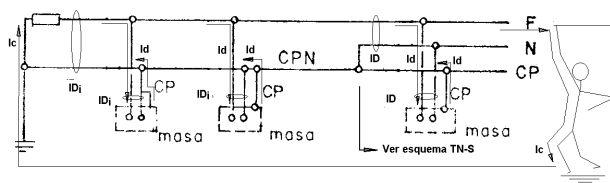
**Esquema TN-S (separados)**  
(con tierra, neutro y protección separados)



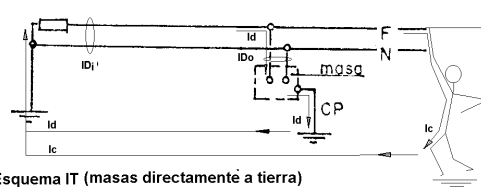
**Esquema TN-C (común)**  
(con tierra, neutro y protección común)



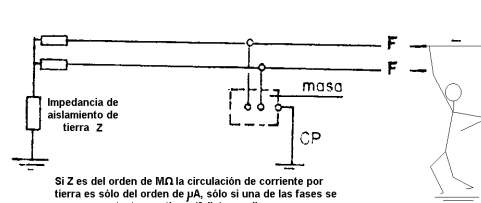
**Esquema TN-C-S (combinadas en una parte)**  
(con tierra, neutro y protección combinadas en una parte)



**Esquema TT (tierra-tierra)**  
(con tierra, masas a tierra)



**Esquema IT (masas directamente a tierra)**  
(asilamiento de tierra, masas a tierra)



Si  $Z$  es del orden de  $M\Omega$  la circulación de corriente por tierra es sólo del orden de  $\mu A$ , sólo si una de las fases se pone en contacto con tierra (fallo) es peligroso. Si  $Z$  es baja ver esquema TT.

Posición de los interruptores ID diferenciales, IDi imprescindible, IDo opcional.

$I_c$  = Corriente de contacto  
 $I_d$  = Corriente de defecto aislamiento

**Esquema TN-S:** Se necesita un interruptor diferencial en cabecera de la instalación y otro opcional en cada receptor.

**Esquema TN-C:** Se necesita un interruptor diferencial en cabecera de la instalación y otro en cada uno de los receptores para una protección total.

**Esquema TN-C-S:** Es una combinación de los anteriores. Se necesita un interruptor diferencial en cabecera de la instalación. En cada receptor en la zona donde N y CP están combinados se necesita uno en cada receptor. En la zona donde N y CP están separados se puede optar por uno en cabecera de zona o uno por receptor.

**Esquema TT:** Se necesita un interruptor diferencial en cabecera de la instalación y otro opcional en cada receptor.

**Esquema IT:** Si la impedancia de aislamiento de tierra  $Z$  es suficientemente alta (orden de megaohmios  $M\Omega$ ), caso de circuito aislado con transformador de aislamiento, no es necesario el transformador diferencial. La tensión de contacto directo sería de microamperios ( $\mu A$ ). Si la impedancia  $Z$  no es suficientemente alta (orden de  $K\Omega$ ), es necesario el interruptor diferencial, caso del esquema TT.

En este esquema los conductores son fases, puesto que no existe conexión directa a tierra (caso del neutro), si existiera un defecto de aislamiento de una cualquiera de las dos fases con tierra en cabecera de línea esa quedaría convertida en neutro, con lo que nos encontraríamos en el esquema TT, por lo que sería bueno como medida precautoria poner un interruptor diferencial en cabecera de línea. Si el fallo ocurriese a final de línea dicho interruptor no actuaría. Esto demuestra la utilidad de poner el neutro de la red a tierra, máxime si hay varios usuarios conectados en paralelo a dicho transformador y en uno de ellos sucede ese defecto de aislamiento. Entre otras, las funciones que realiza el neutro son: referencia de tensiones, protección de las líneas aéreas de distribución como conductor de tierra en la parte superior contra descargas atmosféricas actuando como pararrayos, detectar fallos de aislamiento con interruptor diferencial como el mencionado anteriormente.



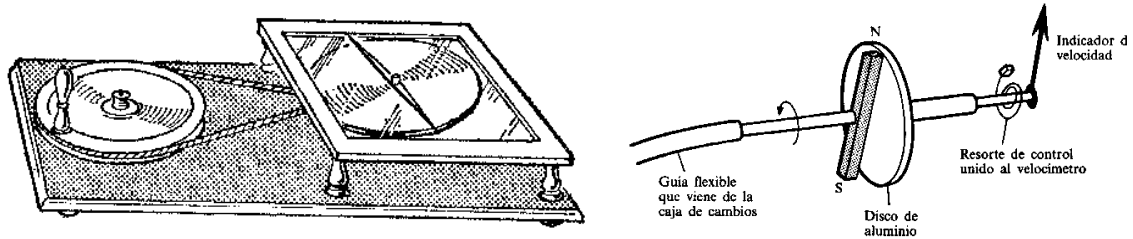
#### **4. ACTIVIDADES SOBRE GENERADORES Y MOTORES**

Estas actividades tratan sobre diversos aspectos de las máquinas eléctricas dinámicas y diversos aspectos CTS relacionados con la historia de estas máquinas. Trataremos algunas relacionadas con los motores, elementos que transforman la energía eléctrica en energía cinética, y otras con los generadores, máquinas que transforman la energía cinética en energía eléctrica.

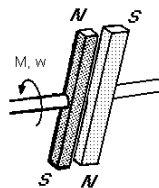


#### 4.1.ORIGEN DEL MOTOR DE INDUCCION. DISCO DE ARAGO

En la figura se representa la primera máquina electromagnética rotativa movida por energía humana. Fue construida por Arago en los años 20 del siglo XIX. Haciendo girar un disco de aluminio debajo de una brújula, suficientemente rápido, ésta gira en el mismo sentido que el disco. Una aplicación de este motor, con imán móvil y disco de giro libre, se encuentra en los velocímetros electromecánicos de los automóviles.

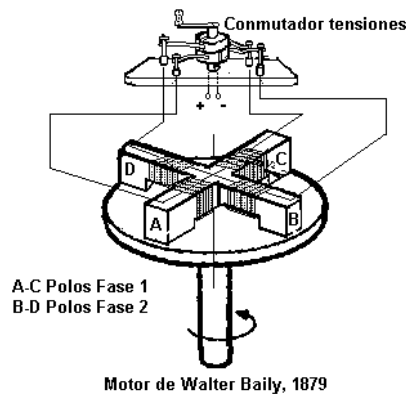


a.- Intenta explicar el funcionamiento de dicha máquina con la interacción entre imanes, y el fenómeno de la inducción electromagnética con corrientes de Foucault. Para que te sirva de guía imagina dos imanes, uno de ellos girando y el otro con giro libre, tal como se muestra en la figura inferior, ¿qué es lo que sucedería?.



Basándose en el principio de funcionamiento del disco de Arago, pero con electroimán fijo que simula un imán y disco móvil, Walter Baily en 1879 construyó un motor. Sustituyó la brújula por un electroimán de núcleo en cruz con cuatro bobinas (dos fases con dos bobinas en serie; A-C y B-D) alimentadas por corriente continua conmutada, consiguiendo dos electroimanes que cambian consecutivamente su polaridad de modo que simulan el giro de los polos por pasos de 90°. El conmutador rotativo está constituido por dos colectores unidos en escalón, alimentados por el eje, con cuatro contactos deslizantes o escobillas que se conectan a las fases.

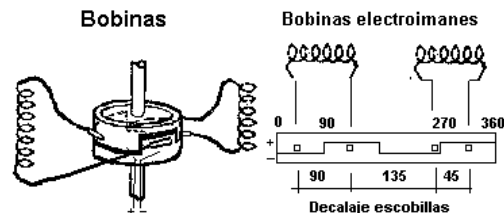
- b.- Dibuja el conmutador rotativo y la posición de las escobillas,
- c.- Dibuja las ondas de tensión obtenidas ( $V_1$  y  $V_2$ ), la secuencia de los polos, e intenta explicar su funcionamiento.
- e.- ¿Qué aplicación puede tener en corriente alterna.?



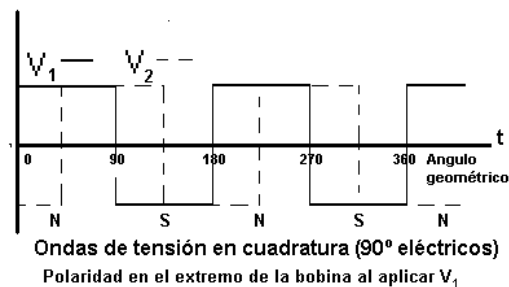
#### 4.1. ORIGEN DEL MOTOR DE INDUCCION. DISCO DE ARAGO. COMENTARIO

A. El funcionamiento del disco de Arago es del siguiente modo: La aguja magnética o imán crea un campo magnético que es conducido principalmente por el metal del disco situado en las proximidades de su parte inferior. La penetración de las líneas de campo en el metal del disco crea sendos polos por las zonas de entrada y salida de polaridad opuesta a los de la aguja. Es lógico entonces que si el disco comienza a girar la aguja tienda a seguir ese movimiento por efecto de atracción entre polos opuestos. En el movimiento los polos son generados además por corrientes de Foucault inducidas.

B. El conmutador rotativo está constituido por dos piezas cilíndricas concéntricas con superficie conductora, cuya zona límite es escalonada con amplitudes de  $90^\circ$  geométricos. Por el eje se conectan dichas superficies conductoras a las bornas de una batería. En las zonas extremas de ambos cilindros se sitúan sendas escobillas que poseen siempre la misma polaridad, y en las zonas centrales, en las que existe conmutación por la unión en escalón, se sitúan sendas escobillas de conmutación desfasadas geométricamente  $90^\circ$ .



C. Las ondas de tensión obtenidas son rectangulares, con amplitudes  $\pm V$ , desfasadas entre sí  $90^\circ$  eléctricos, tal como se observa en la figura.



La secuencia de polos en los extremos polares de las bobinas A-C y B-D debe estar en concordancia con el sentido de giro, de modo que simulen giros polares de  $90^\circ$ . Por ejemplo, una secuencia polar en los extremos A-B-C-D en el tiempo debería ser: NSSN, NNSS, NNSS, SNNS, SSNN. Dibujar la secuencia para ver el sentido de giro, el sentido de giro inverso exigiría una secuencia inversa.

D. La aplicación que puede tener, utilizando una tensión por pulsos, es un motor paso a paso. Con una tensión senoidal se conseguiría un motor de inducción bifásico que exigiría dos tensiones en contrafase o desfasadas  $180^\circ$ .

## 4.2. MOTOR DE INDUCCIÓN DE TESLA

El primer motor de inducción de corriente alterna lo construyó el ingeniero Nikola Tesla en 1887, basándose en el transformador de Faraday, el disco de Arago y el motor bifásico de Baily (de disco como los contadores de energía). Tesla trabajó para la compañía de Edison y después para Westinghouse.

El estator estaba constituido por un anillo o toroide de hierro (como el transformador de Faraday) sobre el cual se arrollaban cuatro bobinas (como el motor de Baily), aisladas con algodón impregnado, conectadas por pares en serie y alternativamente, constituyendo dos fases de dos bobinas cada una. El rotor estaba constituido por chapas de hierro rectangulares apiladas sin aislar, a modo de aguja magnética, como en el disco de Arago.

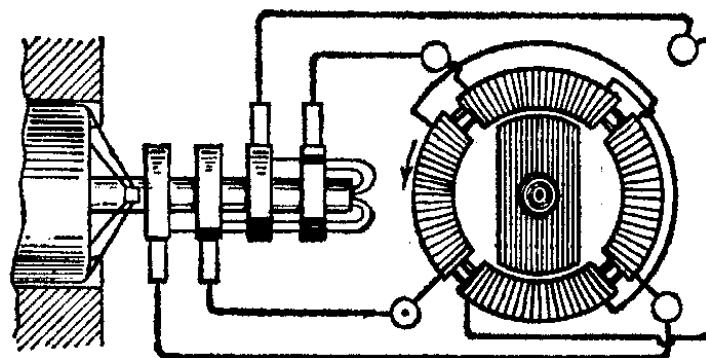
Para la alimentación utilizó un alternador bifásico con dos tensiones en contrafase, extraídas mediante cuatro anillos rozantes. Conseguía así un alternador bifásico con dos tensiones en contrafase, las cuales utilizaba para alimentar al estator del motor.

Realiza las siguientes actividades:

- Indica de qué tipo de motor se trata por el número de fases, ¿cuántos polos posee?
- Dibuja el diagrama vectorial de las tensiones aplicadas.
- Dibuja en dos de las bobinas de fases distintas los flujos inductores (los inducidos tienen sentido contrario en el rotor) e intenta explicar el par de giro.
- Basándote en el motor de Tesla, ¿cómo construirías un motor trifásico?
- ¿Por qué crees que se ha modificado la forma del estator y el rotor y la disposición de los devanados en los motores actuales?
- Intenta explicar las repercusiones que pudo tener el descubrimiento de un motor de corriente alterna para la obtención de energía motriz.
- Busca información sobre Nikola Tesla, Faraday, Edison y Westinghouse, y realiza una breve memoria de sus experiencias y aportaciones a la electricidad.

Dinamo con dos devanados  
en cuadratura y anillos rozantes.  
ALTERNADOR DE DOS FASES

Rotor construido con  
chapa de hierro sin aislar



PRIMER MOTOR DE INDUCCIÓN DE TESLA  
ESTATOR EN ANILLO CON 4 BOBINAS  
Y 4 POLOS POR FASE, AÑO 1887

## 4.2. MOTOR DE INDUCCIÓN DE TESLA. COMENTARIO

A. El motor está constituido por dos fases con dos bobina cada una, es decir, es bifásico. El número de polos que posee es de  $4 \times 2 = 8$ .

B. Los vectores de tensión están en contrafase y las ondas de tensión, por tanto, desfasadas entre sí  $180^\circ$ . Los flujos generados, debido a que las bobinas están en cuadratura, están así mismo en cuadratura.

C. Los flujos inductores recorren el interior de las bobinas, parte se cierra por el toroide y otra porción del mismo se cierra a través del rotor. De este modo los flujos inductores en el rotor están en cuadratura, y estos con los flujos inducidos por la fase contraria. Se produce así un par motor por interacción entre los flujos inductores  $F$  e inducidos  $G$  dado por  $M = F \cdot G \cdot \sin 90^\circ = F \cdot G$

D. Situando en la culata o toroide tres fases (de una o más bobinas) alimentadas con un sistema trifásico de tensiones (desfasadas  $120^\circ$ ).

E. Una mejora que introdujo el propio Tesla fue hacer un rotor cilíndrico para que el entrehierro fuera constante, además introdujo el bobinado en cortocircuito en el rotor, lo cual disminuía las pérdidas en el hierro. Como parte del flujo inductor se cierra a través del propio toroide de la culata, lo cual hace que el rendimiento del motor disminuya, para evitarlo actualmente la disposición de las bobinas se realizan sobre ranuras de un túnel estatórico, con ejes perpendiculares al cilindro rotórico, de modo que casi todo el flujo inductor atraviese el rotor.

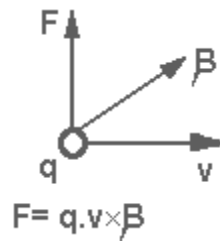
F. El motor de Tesla permitió que la energía eléctrica transmitida con ondas de tensión sinusoidales (corriente alterna) pudiese ser convertida de forma sencilla en energía mecánica. Esto hecho sumado a la posibilidad de iluminación en corriente alterna y la transformación de magnitudes eléctricas con el transformador, hizo posible que la generación, transmisión y comercialización de la energía eléctrica en corriente alterna fuese útil y rentable. Desplazo por eso a la distribución en corriente continua y por su posibilidad de transportar energía eléctrica a grandes distancias con muy altas tensiones. Supuso, además, el desplazamiento definitivo de la máquina de vapor de Watt y el aprovechamiento de la energía hidráulica y eólica.

G. Buscar en enciclopedias información sobre las aportaciones de cada uno de los científicos e industriales mencionados (Ver actividad 1.1.)

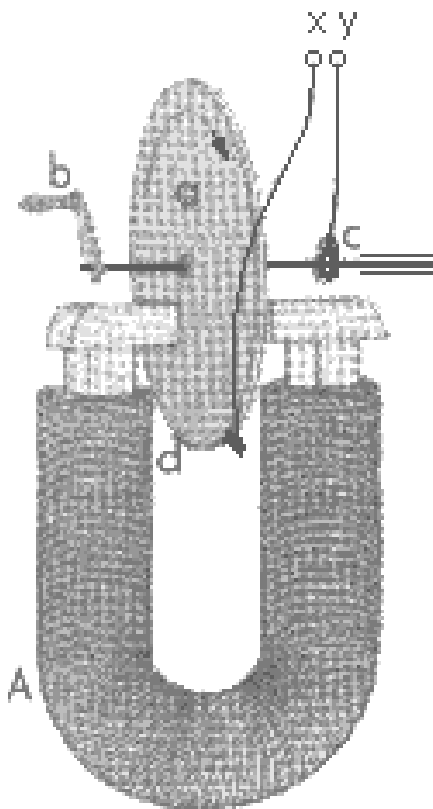
### 4.3. GENERADOR ELEMENTAL DE MICHAEL FARADAY

#### Principio de funcionamiento

Sabemos por la física de interacción entre campos magnéticos y subpartículas atómicas en movimiento (electromagnetismo) que: una carga positiva ( $q$ ) moviéndose en el espacio a una velocidad  $v$  perpendicular a un campo magnético cuya inducción es  $\beta$ , tal como se muestra en la figura, se ve sometida a una fuerza perpendicular al plano formado por ambos vectores cuyo valor es:  $F = q \cdot v \times \beta = q \cdot v \cdot \beta \cdot \text{sen} \alpha$  ( $\alpha =$  ángulo formado por  $v$  y  $\beta$ ). Si dicho ángulo es de  $90^\circ$  la fuerza valdrá:  $F = qv\beta$ . Evidentemente si la carga es negativa la fuerza tendrá sentido contrario.



#### Generador de Faraday



Michael Faraday construyó aproximadamente en 1831 un generador como el que se muestra en la figura. Consta de los siguientes elementos: Un disco de cobre (a) que gira gracias a la una manivela (b), inmerso en un campo magnético de inducción constante creado por un electroimán de corriente continua (A). Situando dos contactos eléctricos deslizantes sobre el eje conductor en (c) y sobre el extremo del perímetro del disco sometido al campo magnético en (d), observo que se obtenía una cierta tensión en los extremos (x, y).

En base a lo expuesto más arriba y a la constitución de la máquina, intenta explicar:

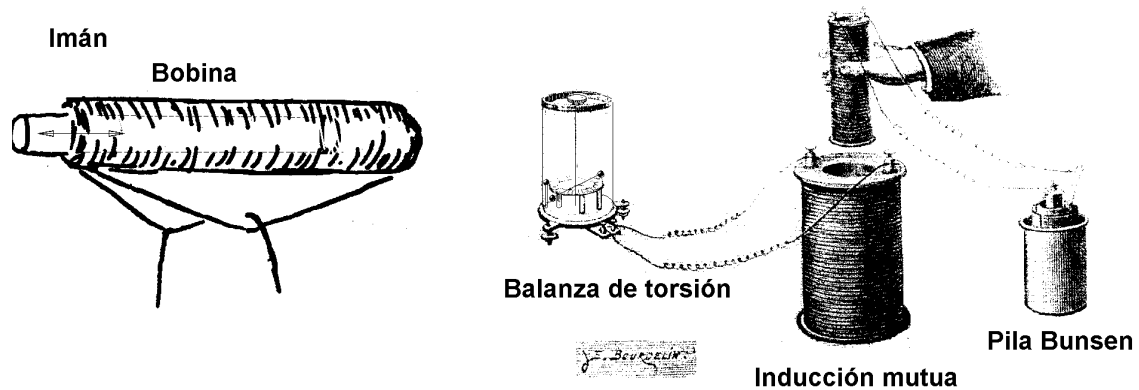
- El funcionamiento de dicho generador.
- Los parámetros de los que dependerá la tensión obtenida.
- ¿Qué mejoras introducirías para una mayor efectividad o rendimiento del aparato?
- Intenta explicar que implicaciones sociales tuvo el diseño de este primer generador.

#### 4.3. GENERADOR ELEMENTAL DE MICHAEL FARADAY. COMENTARIO

- A. El funcionamiento es como sigue: El electroimán A crea un campo magnético constante a través del disco de cobre a. Mientras el disco está parado el flujo a través de su superficie es constante y, por lo tanto, no se inducirán corrientes en dicho disco que contrarresten variaciones de flujo, de otro modo, los electrones libres del metal no tienen una velocidad media en ningún sentido, por lo que  $F=qvB=0$ . Cuando el disco comienza a girar se producen variaciones de flujo en la superficie del disco que es atravesada por el flujo magnético (especialmente en los extremos en el sentido de giro), lo que inducirá corrientes en el mismo que crean una variación de flujo igual y opuesto al anterior o inductor, de otro modo, los electrones libres del metal tienen ahora una velocidad media en sentido del giro del disco, que les dotará de una fuerza perpendicular a la misma que causara que describan trayectorias circulares. Como el material del disco tiene su resistividad característica el trayecto que recorren las corrientes posee una resistencia, se produce de este modo una diferencia de tensión entre los extremos situados en el radio de la superficie de inducción. De este modo se produce una diferencia de tensión entre el centro del disco y su perímetro, puntos en los que se sitúan sendas escobillas
- B. Analizando el fenómeno explicado anteriormente los parámetros de los que va a depender la tensión obtenida son: Flujo magnético inductor, bobina de excitación, corriente de excitación, superficie polar inductora, superficie de inducción, resistividad del material, velocidad de giro y corrientes inducidas.
- C. Una buena relación entre el radio del disco y la superficie polar inductora (1/1), superficie perimetral pulida para un adecuado deslizamiento de la escobilla, y un material de baja resistividad, de modo que la relación entre la resistencia interna y de carga sea grande ( $R/r$ ). Otra mejora introducida por otros investigadores consistió en sustituir el sector de la superficie del disco bajo el flujo inductor por una bobina, surgiendo las primeras dinamos y alternadores.
- D. Esta máquina constituyó el primer generador eléctrico de la historia, sobre el cual se basaron otros investigadores para realizar diseños que mejorasen su eficacia: mayores tensiones, corrientes, potencias y rendimientos. El generador eléctrico posibilitó las investigaciones científicas en el campo de la física, el desarrollo de la industria de la iluminación eléctrica, el telégrafo y las comunicaciones, junto con el motor eléctrico sustituirían con el tiempo a la máquina de vapor para la obtención de energía motriz en las industrias.

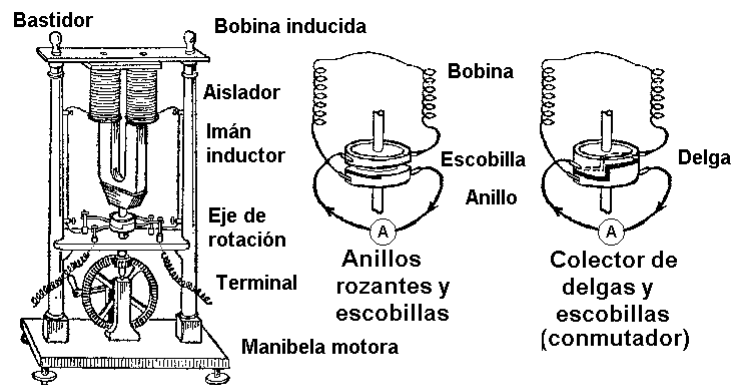
#### 4.4. ORIGEN DE ALTERNADORES Y DINAMOS. DINAMO DE PIXIÍ

En 1831 Michael Faraday descubrió el principio de inducción electromagnética por interacción entre un imán móvil y una bobina estática. Se sabía que un imán producía un campo magnético y que las corrientes magnéticas influían sobre los imanes. Su experimento consistió en acercar y alejar un imán según el eje de una bobina cilíndrica y comprobar que en la misma se generaba una fuerza electromotriz, según el sentido del movimiento, tal como se ve en la figura para con un imán y una bobina.



En 1831, basándose en el principio mencionado de la inducción electromagnética, Hypolite Pixii diseñó lo que sería el primer alternador o dínamo rotativo (con conmutador mecánico), el cual se muestra en la figura. Realiza las siguientes actividades:

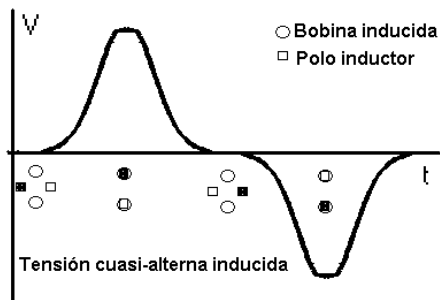
- Indica cada uno de los elementos que componen la máquina sobre el dibujo.
- Explica cómo funciona dicho dispositivo.
- Explica y dibuja, en función de la posición de los polos, cómo son las ondas de fuerza electromotriz que se generan en las bobinas inducidas y que se extraen al exterior mediante anillos rozantes y escobillas.
- Para transformar la tensión inducida en corriente continua utilizó un colector de delgas con escobillas descubierto por Sturgeon, explica cómo funciona este conmutador electromecánico.
- Explica y dibuja, en función de la posición de los polos, cómo será la onda de tensión que se obtiene en los extremos de las escobillas del conmutador mecánico.
- Intenta razonar qué consecuencias tuvo este descubrimiento y diseño desde el punto de vista científico, electrotécnico y social.



**DINAMO DE PIXIÍ (1831)**

#### 4.4. ORIGEN DE ALTERNADORES Y DINAMOS. DINAMO DE PIXÍ. COMENTARIO

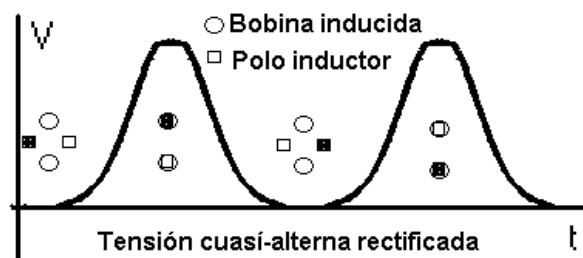
- A. Los elementos que componen la máquinas son: Bastidor, bobinas inducidas, imán inductor, eje de rotación, aisladores, conmutador mecánico rotativo, bornas de contacto, engranajes cónicos y volante del motor, dotado de manivela.
- B. Mediante la manivela se hace girar el engranaje cónico que hace rotar el eje, al girar el imán inductor sobre las bobinas inducidas genera en ellas una tensión que se suma, y que es transmitida a los anillos rozantes o el conmutador, en los cuales se extrae al exterior mediante escobillas que rozan sobre ellos.
- C. La fuerza electromotriz inducida depende de la posición de los polos del imán sobre las bobinas, es decir varía con el giro, y su signo varía con el signo del polo inductor, máxima cuando los polos de los imanes están sobre las bobinas, siendo una tensión aproximadamente alterna cuya frecuencia dependerá de la velocidad de giro del imán inductor. Según una regla proporcional de tres:  $1 \text{ Hz} / 2\pi \text{ rad/s} = f \text{ Hz} / \omega \text{ rad/s} \Rightarrow \omega = 2\pi f$  (velocidad de giro del alternador con un par de polos).



La fuerza electromotriz inducida depende de la posición de los polos del imán sobre las bobinas, es decir varía con el giro, y su signo varía con el signo del polo inductor, máxima cuando los polos de los imanes están sobre las bobinas, siendo una tensión aproximadamente alterna cuya frecuencia dependerá de la velocidad de giro del imán inductor. Según una regla proporcional de tres:  $1 \text{ Hz} / 2\pi \text{ rad/s} = f \text{ Hz} / \omega \text{ rad/s} \Rightarrow \omega = 2\pi f$  (velocidad de giro del alternador con un par de polos).

D. El conmutador está formado por dos superficies cilíndricas concéntricas que están unidas en escalón aisladas entre sí. Sobre cada una de las superficies, en la zona perimetral y la central del escalón, se deslizan sendas escobillas, cada una de ellas conectada respectivamente a los extremos de la bobina inducida y la borna externa de conexión. Dicho conmutador podría estar constituido por dos placas paralelas al eje aisladas entre sí.

E. En el conmutador rotativo se conmutan cada  $180^\circ$  los ciclos negativos de modo que la tensión obtenida es siempre positiva en las bornas de conexión exterior, La onda aproximada es:



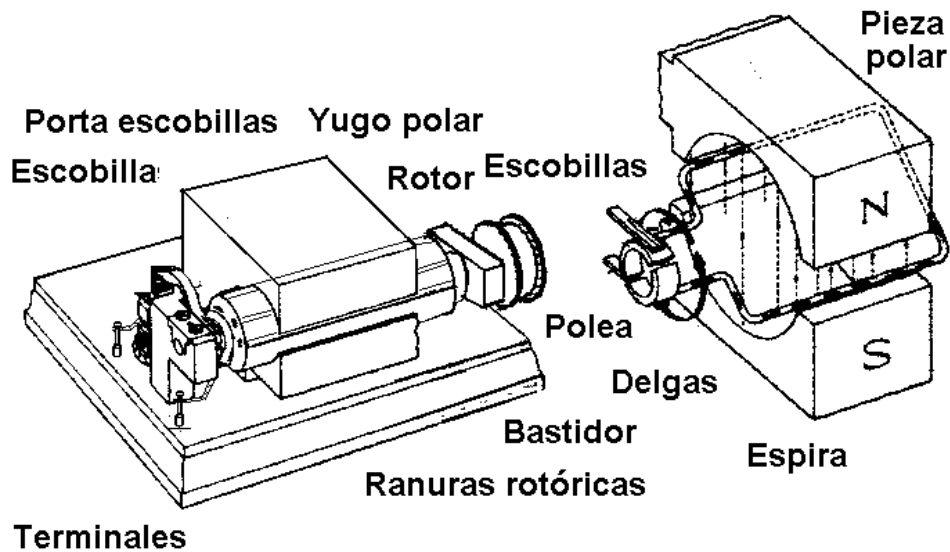
F. Esta máquina constituyó el primer diseño práctico de un generador de corriente eléctrica alterna (alternador) con los anillos rozantes, y de corriente continua (dinamo) con el colector de delgas. Pudo sustituir con evidente ventaja a las pilas de Volta, al suministrar de forma constante energía eléctrica disponiendo de energía motriz en el volante de la manivela. Esto supuso disponer de energía eléctrica en grandes cantidades para laboratorios y usos domésticos e industriales y la creación de empresas de generación y distribución eléctrica. Como contrapartida los residuos de distinta naturaleza que producen las fuentes de energía primaria.



#### 4.5. DINAMO-MOTOR SIEMENS DE ROTOR CILINDRICO Y DEVANADO SIMPLE

En 1856 Werner Von Siemens construyó la primera dinamo de estator longitudinal (imán inductor) con un rotor cilíndrico que giraba en el túnel formado por los polos inductores. Sobre dicho rotor, en ranuras practicadas longitudinalmente en su superficie, se alojaban las expiras de la bobina inducida, cuyos terminales se conectaban a un conmutador rotativo con dos delgas y dos escobillas. Realiza las siguientes actividades:

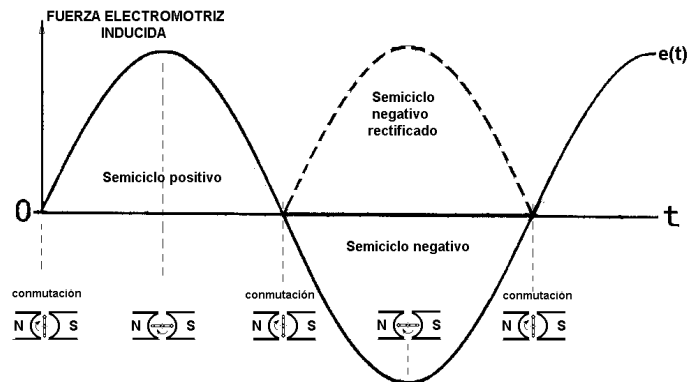
- Indica sobre el dibujo cada uno de los elementos que componen la máquina.
- Explica cómo funciona dicho dispositivo.
- Explica y dibuja cómo son las ondas de fuerza electromotriz que se generan en la bobina inducida en función del ángulo de giro.
- Dibuja detalladamente y explica cómo funciona el conmutador mecánico.
- Explica y dibuja cómo será la onda de tensión que se obtiene en los extremos de las escobillas del conmutador mecánico.
- Intenta razonar qué consecuencias tuvo este descubrimiento y diseño desde el punto de vista tecnológico, económico y social.



Dinamo generador de Werner Siemens 1856

#### 4.5. DINAMO SIEMENS DE ROTOR CILINDRICO Y DEVANADO SIMPLE. COMENTARIO

- A. El imán crea un campo magnético permanente entre sus polos N y S, que posicionado el rotor tiene una distribución perimetral uniforme de inducción  $\beta$ . El flujo que atraviesa la superficie S de la espira rotórica es  $\Phi = \beta S \sin \alpha$ , siendo  $\alpha$  el ángulo girado respecto a la horizontal. Cuando el rotor gira por efecto mecánico exterior en la superficie S de la bobina rotórica se produce una variación de flujo  $d\Phi/dt$  dado por la velocidad de giro  $\omega$  y el ángulo girado  $\alpha = \omega t$ :  $d\Phi/dt = \omega \beta S \cos \alpha$ , que induce en dicha espira una fuerza electromotriz proporcional a esa variación de flujo  $e(t) = d\Phi/dt = E \cos \alpha = E \cos(\omega t)$ . Dicha tensión es de variación senoidal y rectificadora eléctricamente en el conmutador mecánico que es colector de delgas.
- B. Fuerza electromotriz generada en función del ángulo de rotación o del tiempo ( $\alpha = \omega t$ ), se indican en que puntos se produce la conmutación eléctrica y en que posición está la bobina.



- C. En la figura de la dinamo se muestra el conmutador eléctrico.
- D. En las anteriores dinamos los ejes del inductor y del inducido eran coincidentes en su funcionamiento, girando en planos perpendiculares a los mismos. Esta dinamo fue la primera dinamo de tipo cilíndrico, tanto en el rotor como en el estator, en que los ejes del inductor y del inducido giran en el mismo plano formado por dichos ejes, lo cual simplificó su diseño y dotó a la máquina la posibilidad de girar a gran velocidad sin los inconvenientes de las vibraciones. Esto permitió diseños más robustos, ligeros y sencillos para la obtención de electricidad, pudiéndose obtener mayores tensiones con mayores velocidades de giro. Lo cual condujo a la construcción de centrales generadoras de corriente eléctrica continua que tuvieron una gran expansión a finales del siglo XIX y principios del XX para uso doméstico y público (iluminación) y uso industrial (motores de c.c.), desplazando al gas y las máquinas de vapor. Cabe recordar que la dinamo puede funcionar como motor, y miniaturizado constituye el dispositivo motor de los galvanómetros de bobina móvil.
- E. Esta dinamo constituyó un avance en la investigación y desarrollo de máquinas para la generación de corriente continua y alterna por la disposición cilíndrica del rotor y el estator. Constituyó el primer motor eléctrico de uso práctico, que por sus características electromecánicas fue utilizado hasta bien entrado el siglo XX en las máquinas de tracción eléctrica, permitió el desarrollo de tranvías urbanos y locomotoras eléctricas para el transporte de viajeros y mercancías.

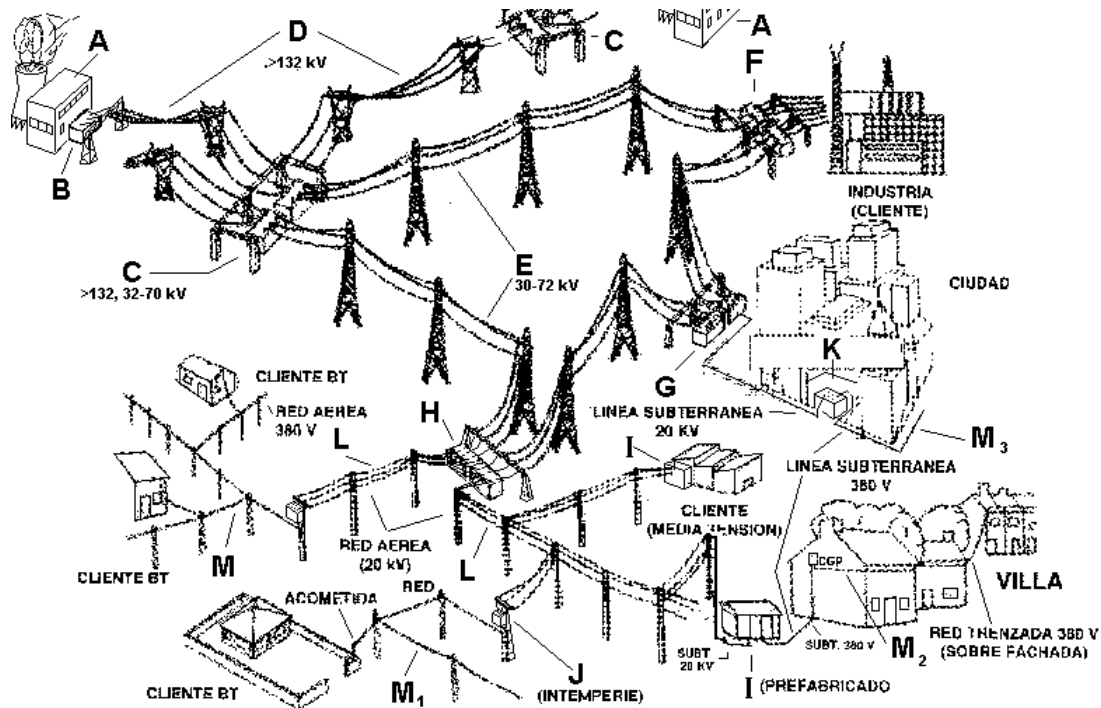


## **5. ACTIVIDADES SOBRE LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN**

Estas actividades tratan sobre diversos aspectos de las líneas de distribución de energía eléctrica y diversos aspectos CTS con ellas relacionados.

## 5.1. DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA I

1. La imagen de la figura es una representación de un esquema de distribución de energía eléctrica. Indica el nombre y categoría de cada uno de los elementos que la forman.



- Supón que se produce un fallo en la distribución de energía (p.e. mantenimiento, accidente, avería o sobrecarga). ¿Cuáles serían algunas de las consecuencias de la falta de energía eléctrica de larga duración?
- Indica que elementos redundantes, o en paralelo, existen en la red de distribución de energía eléctrica para asegurar el suministro de energía eléctrica.
- Una de las centrales tiene que pararse por cuestiones de mantenimiento, intenta explicar cuáles serían las consecuencias y cómo se podría subsanar su defecto de suministro.

## 5.1. DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA I. COMENTARIO

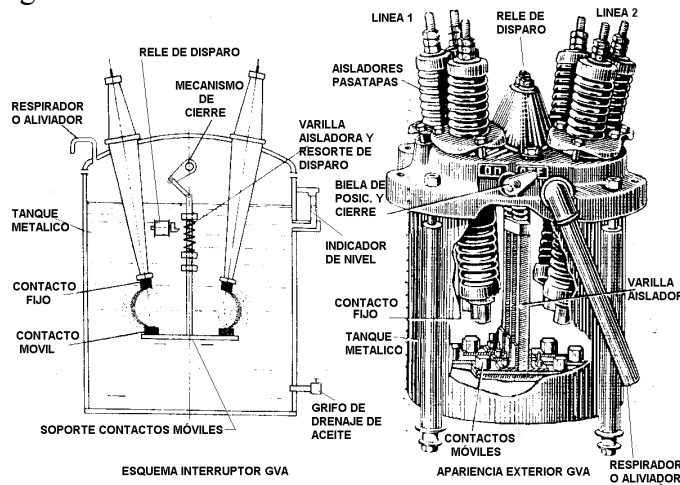
1. Los elementos marcados en la figura son:
  - A. Central generadora de energía eléctrica.
  - B. Centro de transformación elevador de la central eléctrica.
  - C. Estación de transformación de transporte de la red, nexo de unión de líneas de muy alta tensión.
  - D. Red de transporte eléctrica de más de 132 kV.
  - E. Red de transporte de distribución de alta tensión.
  - F. Subestación de transformación para un cliente.
  - G. Subestación de transformación urbana.
  - H. Subestación de transformación rural.
  - I. Centro de transformación de un cliente.
  - J. Centro de transformación intemperie para uno o más clientes.
  - K. Centro de transformación urbano para uno o más clientes.
  - L. Línea aérea de media tensión.
  - M. Líneas de baja tensión (aéreas o subterráneas).
  
2. Un fallo en la red de larga duración podría implicar dos situaciones, la primera que una parte de la misma quedase fuera de servicio siendo sustituida por partes de la red en paralelo, siendo aislada por interruptores automáticos, la segunda es que parte de los abonados se quedasen sin energía eléctrica. En este segundo caso se produciría la paralización de las industrias y todos los servicios dependientes de la energía eléctrica, tales como iluminación, suministros de gas y agua, etc., lo que se traduciría en un desconcierto y caos social.
  
3. Tal como se ve en la figura los elementos redundantes, o en paralelo, en la red de distribución de energía eléctrica son:
  - La central generadora A.
  - Las líneas de conexión a la red de las centrales D.
  - Transformadores en la estación de transformación C.
  - Líneas de distribución de alta tensión E.
  - Transformadores en la subestación de transformación H y G.
  
4. Debido a la interconexión de la red a través de las estaciones de transformación cualquiera de las centrales conectadas a la red de transporte puede ser sustituida por las demás, debiendo estas suministrar la energía adicional que generaba habitualmente la central desconectada.

## 5.2. DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA II. PROTECCIONES

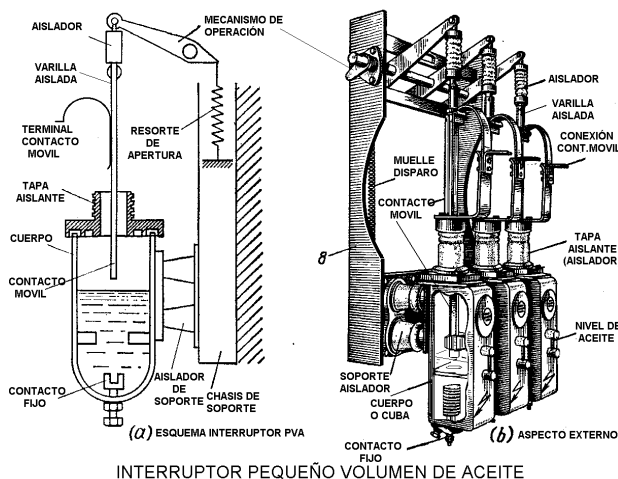
En la evolución de la protección de las redes eléctricas de distribución a alta y muy alta tensión juegan un papel fundamental los interruptores automáticos, disparados por valores de distintas magnitudes que se miden en la red. En las figuras se muestran los primeros, de gran volumen de aceite, y los posteriores de pequeño volumen de aceite (o de SF<sub>6</sub>). Realiza las siguientes actividades.

- Indica algunas de las magnitudes que se pueden medir en una red, cuyo valor puede considerarse peligroso, para activar la bobina de disparo de un interruptor automático.
- Explica qué es un arco eléctrico y qué consecuencias puede tener su formación en el seno de un fluido o gas.
- Explica el funcionamiento del interruptor de gran volumen de aceite.
- Explica el funcionamiento del interruptor de pequeño volumen de aceite.
- Explica las diferencias fundamentales entre ambos tipos de interruptores, y los problemas que pueden existir para inclinarse por los de pequeño volumen de aceite, y posteriormente por el gas SF<sub>6</sub>, resultados de investigación en cámaras y fluidos para extinción de arcos eléctricos.
- Explica qué importancia puede tener un interruptor automático en la red eléctrica y cuales pueden ser las consecuencias sociales de su ausencia.
- Busca información sobre qué es un arco eléctrico.

Interruptor de gran volumen de aceite



Interruptor de pequeño volumen de aceite.



## 5.2. DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA II. PROTECCIONES. COMENTARIO

A. Las magnitudes que se pueden medir en una red para vigilar su adecuado funcionamiento, asegurar su integridad y la seguridad de las instalaciones y aparatos de los consumidores pueden ser las siguientes: sobretensiones, tensiones de servicio (sobretensiones o bajas tensiones de servicio), impedancia de la línea (para prevenir fallos de línea) y fallos de fase de distribución.

B. El arco eléctrico es un chorro de electrones (o descarga eléctrica) que se forma entre dos cuerpos que están a diferentes potenciales eléctricos, o entre dos cuerpos (electrodos) que estando conduciendo la corriente son separados. Dicha descarga emite energía radiante y calor, visualizada como chispas o rayos, lo que puede provocar la ionización de las moléculas de los fluidos en los cuales se produce la descarga y su reacción química. Así mismo, el chorro de electrones puede producir desgaste de los electrodos, especialmente de aquel que los recibe. Fue investigado por Humphry Davy en 1800.

C. Al ser activada la bobina de disparo desactiva el mecanismo de enclavamiento, con lo cual el muelle de apertura abre todos los interruptores de las fases de la línea a la vez.

E. Actúa igual que el anterior, pero sólo se abre una fase. Utiliza aceites especiales, producto de la investigación en fluidos para extinción de arcos.

F. Las diferencias son las siguientes:

El número de fases que se abren o cierran. En la apertura en carga (circulando corriente) en el interruptor de gran volumen de aceite (g.v.a.) se forman tantos arcos como fases se abren, en el de pequeño volumen de aceite (p.v.a.) sólo se abre una fase y se forma un solo arco.

Los interruptores gva están sincronizados en todas sus fases.

Los interruptores de gva pueden tener problemas en tener contacto seguro en todas sus fases si existe desgaste de los contactos.

Los interruptores de gva necesitan mayores recipientes y mayores volúmenes de aceite.

Al formarse más arcos los aceites de los interruptores gva se deterioran antes.

En caso de avería de un interruptor es más fácil sustituir un interruptor pva.

Los aceites utilizados eran distintos, en los interruptores pva se utilizan aceites especiales.

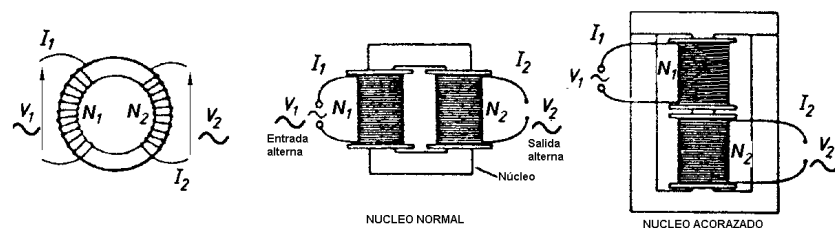
El hexafluoruro de azufre es el resultado de investigación en fluidos utilizados para extinción de arcos eléctricos, es un gas muy estable a altas temperaturas, que soporta bastante bien las descargas eléctricas, de gran poder dieléctrico (aislante), gran poder de conducción térmica (para refrigerar la zona del arco) y limpio. Todas estas razones hicieron que desplazase a los aceites como fluidos en los interruptores de pequeño volumen.

G. La ausencia de interruptores automáticos en la red de distribución de la compañía distribuidora y de los usuarios podría provocar el deterioro de las líneas o los aparatos por calentamientos debidos a la circulación de grandes intensidades (sobrecargas o cortocircuitos), el mal funcionamiento y deterioro de los aparatos por fallo de una fase o tensiones excesivamente bajas o altas. Las consecuencias sociales que tendría su ausencia serían desastrosas por los altos costes que tendría como consecuencia las averías que involucrasen el cambio de conductores o aparatos dañados, y sus repercusiones con el paro temporal de los sistemas productivos, sanitarios, etc., afectados.



### 5.3. TRANSFORMADORES Y LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN

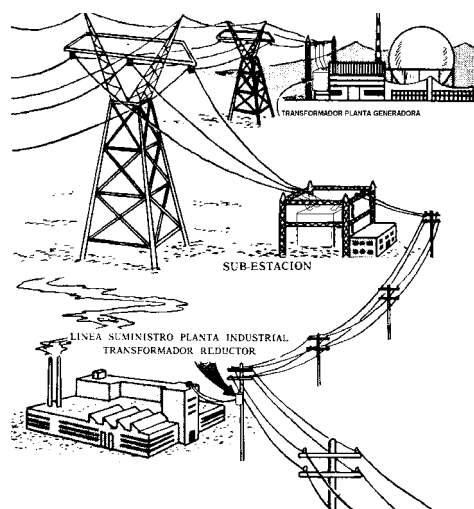
En 1831 Michael Faraday realizó el primer experimento sobre inducción electromagnética en lo que constituiría el primer transformador de la historia. Era de tipo toroidal, tal como se muestra en la figura 1, siendo utilizados en iluminación en 1885. Stanly y Westinghouse en 1885 estudiaron y diseñaron la posibilidad de utilizar transformadores para la distribución eléctrica en c.a., la fabricación industrial implicaba la construcción del núcleo con chapas troqueladas en forma de L o E, en cuyo interior se colocaban las bobinas, como se ve en las figuras. El descubrimiento y diseño del motor eléctrico de c.a. de Tesla y el medidor de energía de Shallenberger hizo que en 1886 se constituyera la compañía Westinghouse para comercializar transformadores en cuba con baño de aceite, diseñar y construir centrales y redes eléctricas. Originariamente se utilizaron tensiones de 3000 y 500 V.



La función que realizaban los transformadores en la red de distribución se puede observar en la figura.

Realiza las siguientes actividades:

- Explica cómo funciona un transformador.
- Explica qué ventajas posee el fabricar el núcleo de un transformador con chapas en forma de I, L o E frente a núcleos macizos.
- Sobre la red de distribución de la figura indica la función que tienen cada uno de los transformadores.
- Para una potencia de 500 kW indica qué ventajas y desventajas posee su transmisión a 3000 V o 500 V. ¿Qué implicaciones tiene?
- Qué ventajas supuso la transmisión en c.a. sobre la transmisión a c.c. desde el punto de vista industrial, económico y social.



### 5.3. TRANSFORMADORES Y LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN. COMENTARIO

A. Un transformador monofásico funciona del siguiente modo: Cuando la bobina primaria se conecta a la red circula por ella una corriente, esa corriente alterna primaria genera un flujo que recorre el núcleo. Este flujo induce una fuerza contraelectromotriz que equilibra la tensión aplicada, y por otra parte induce una tensión (fuerza electromotriz) en la bobina secundaria que hace circular corriente secundaria por la carga. Esta corriente secundaria genera un flujo que se opone a las variaciones del flujo inductor, circulando por el núcleo un flujo resultante diferente al inductor y al inducido que es similar al de vacío.

B. Las ventajas que posee fabricar el transformador con chapas en I, L o E frente a núcleos macizos es que permite disminuir las corrientes de Foucault y las pérdidas asociadas en el núcleo, al estar las chapas aisladas por lacas (barnices secos). Por otra parte su montaje es sencillo, unidas mediante pernos aislados, y en los extremos por alternancia de las chapas (conexión entre yugo y columnas).

C. En la figura existen tres transformadores: en la central, subestación y en la industria. En la central generadora la tensión se eleva a altas tensiones (30 a 70 kV) para transportarla a grandes distancias a través de líneas soportadas por torres que se unen en la subestación transformadora. En la subestación transformadora se reduce la tensión a medias tensiones (3 a 24 kV) mediante transformadores y se distribuye a través de diferentes líneas a zonas geográficas cercanas en las que se disponen centros de transformación. Los centros de transformación están próximos al usuario, en ellos se reduce de nuevo la tensión a baja tensión, unos 400/230 V, aptas para el uso en dispositivos eléctricos.

D. Suponiendo una distribución monofásica las intensidades en las líneas para distribuir la misma potencia de 500 kW sería:

$$A. 3000V = 3kV: I = P/V = 500 \text{ kW}/3kV = 166,66 \text{ A}$$

$$B. 500 \text{ V}, I = P/V = 500000/500 = 1000 \text{ A}$$

La diferencia de corrientes es significativa, como lo serían las secciones de línea necesarias en cada caso, las caídas de tensión y las pérdidas por efecto Joule.

E. La transmisión de c.a. tiene la capacidad mediante los transformadores de aumentar sus tensiones de transporte y disminuir las corrientes, de tal modo que los conductores de las líneas son más pequeños, existen menores caídas de tensión y menores pérdidas por efecto Joule. Por esa misma razón tiene una gran capacidad de adaptación a las tensiones de utilización. Eso motivó una gran expansión de las líneas de distribución a grandes distancias, disponiéndose de energía de forma sencilla y en grandes cantidades para las industrias locales, lo que permitió un gran desarrollo económico en muchas áreas geográficas lejanas al centro de generación, y la mejora del nivel de vida en las comunidades y en la vida personal, al disponer de energía para usos públicos y domésticos.

#### 5.4. DESARROLLO DE LAS LINEAS: CONDUCTORES Y AISLANTES.

Ha principios del siglo XIX se consideraba a la electricidad como un fluido, y ya se hacía distinción entre conductores y aislantes. Se conocía la gran conductividad de metales como el oro, plata, cobre, zinc, estaño, plomo, hierro, etc., utilizándose como aislante de los conductores seda, algodón y papel empapados en aceite, resina o laca. Como elementos de apoyo aislante se utilizaba loza o porcelana, cristal, madera, etc.

Ya en 1752 Benjamin Franklin había descubierto y demostrado la utilidad del pararrayos, que se empezaron a instalar para la protección de edificios. Pero no fue hasta el descubrimiento de la pila de Volta hacia 1800, y el de un telégrafo sencillo y práctico, el de Morse en 1836, que se hizo necesario para su instalación y expansión investigar sobre métodos de fabricación, aislamiento y montaje de los cables de transmisión. Wheastone y Cooke fundaron en 1846 la Electric Telegraph Company, y en Estados Unidos se fundo la Western Union Company en 1856.

En relación a los conductores influyo en su selección el precio, la abundancia, su conductividad, su resistencia mecánica, su ductilidad para poder manejarlo sin romperse y su resistencia o inalterabilidad al ambiente (oxidación,etc.). Por su abundancia y precio los mejores candidatos eran el hierro, el cobre, cinc, estaño y el plomo. Así el hierro tenía menos ductilidad o capacidad de deformación que el resto de los metales mencionados. El plomo, el zinc y el estaño tienen menor resistencia a la tracción que el cobre. Luego el cobre era un candidato ideal. Con el descubrimiento por Ohm en 1847 de su ley, se demostró que el cobre, además, era el metal con mejor conductividad de los mencionados. Los conductores de mayores secciones se fabricaban con el trenzado de hilos de menor diámetro, como los cables de acero. El aluminio, descubierto hacia 1830, un metal con la propiedad de autoprotgerse del medio ambiente por su capa de oxido, no se utilizaría masivamente como conductor hasta el siglo siguiente cuando se lograron procesos de fabricación eficientes.

Para los herrajes de apoyo, o aisladores, se utilizaron aisladores de cristal y porcelana (cerámica fabricada con esteatita), materiales muy duros, resistentes y duraderos. A finales de siglo, con la transmisión de energía eléctrica a altos voltajes, se conocían los efectos de conductividad superficial debidos a la humedad y la polución ambiente, empezándose a utilizar aisladores en forma de campana o paraguas, simples, superpuestos o en cadena, estos últimos con piezas metálicas embebidas articuladas para permitir cierto grado de libertad y disminuir los esfuerzos mecánicos en los apoyos.

Sobre la búsqueda de aislantes de los conductores y diseño de los cables fue de gran importancia el tipo de medio ambiente a la que estaban sometidos, las tensiones que transmitían y las funciones que realizaban. Uno de los primeros aislantes fueron telas o papel impregnados con aceite, betunes (breas y alquitranes), resinas, o gomas vegetales. Uno de los aislantes utilizado de mayor importancia fue la gutapercha (gomas o cauchos vegetales), utilizado por los indios americanos, que en Europa se aplico para impermeabilizar telas hacia 1791, en 1848 se diseño la primera máquina que fabricaba cable aislado en toda su longitud con este aislante. El deterioro de la gutapercha con el ambiente llevo al proceso de vulcanización hacia 1850, un tratamiento con azufre del cual se obtenía el caucho vulcanizado, más resistente al medio ambiente y mejores características mecánicas, elásticas y eléctricas, aunque tenía el inconveniente de que reaccionaba con el cobre de los conductores debido al azufre, problema que se soluciono estañando el conductor antes de recubrirlo. En condiciones extremas los conductores aislados de la manera descrita, se protegían en tubos de

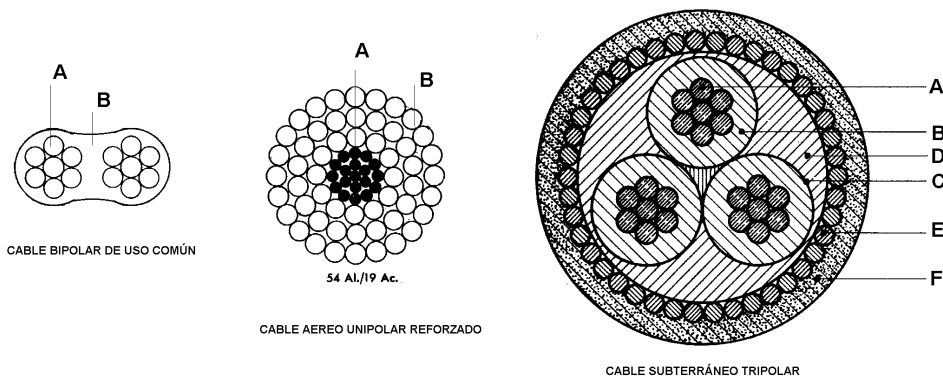
plomo, que es soldable, para montajes subterráneos o sobre pared. La exigencia en las líneas aéreas de conductores de gran resistencia mecánica a la rotura y a la abrasión, en condiciones de trabajo y montaje muy duras, hicieron que se diseñasen los primeros cables concéntricos reforzados, cables de hilos de acero trenzados, en torno al cual se trenzaban los hilos conductores, denominados cables con alma de acero.

En líneas subterráneas y submarinas se utilizaron cables de varias capas, en la central el conductor, el cual estaba aislado con caucho, a continuación rodeado por una capa de hilos de acero o cintas de cobre, denominada armadura, para aumentar su resistencia mecánica y finalmente una cubierta exterior de goma vulcanizada. Cuando el cable era multipolar, cada uno de los conductores se aislaba con goma vulcanizada o papel impregnado en aceite, a continuación con una pantalla de cinta metálica individualmente, después una masa aislante de relleno común que daba forma al cable, rodeado por una armadura exterior de hilos o cintas metálicas y finalmente una cubierta exterior de goma vulcanizada. Tanto la armadura como la pantalla están conectados a tierra, la misión de las armaduras y pantallas es aumentar la resistencia mecánica de los cables y confinar los campos eléctricos y magnéticos en el interior, mejorando su distribución y no producir interferencias electromagnéticas.

El descubrimiento e investigación de los polímeros a principios del siglo XX (entre los cuales se encuentra la gutapercha, el látex, las resinas naturales y las lacas) y los procesos de polimerización dio como resultado la fabricación de diversos materiales de esta naturaleza que tenían buenas propiedades mecánicas y eléctricas para ser utilizados como aisladores de conductores, tales como la baquelita, el nailon, el teflón, el policloruro de vinilo, el poliuretano, polietileno, polipropileno, poliestireno, las gomas sintéticas vulcanizadas y resinas sintéticas, etc. Lo cual dio lugar a la sustitución del papel, tela y goma natural por estos nuevos materiales aislantes a mediados del siglo XX.

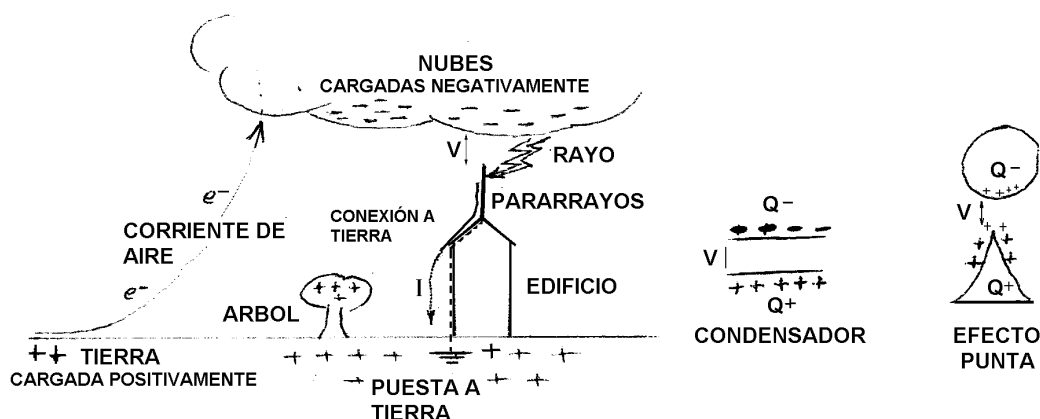
Realizar las siguientes actividades:

- Explica como actúan los pararrayos, realiza un dibujo.
- Explica como funciona el telégrafo Morse.
- ¿Qué implicaciones sociales tuvo el telégrafo?, ¿qué necesidades y qué problemas resolvía?
- En la figura se representan la sección de cables de transmisión de energía eléctrica de líneas interiores o de uso común, aéreas y subterráneas, descritas en el texto, indica el nombre de cada uno de sus elementos.
- Intenta explicar por qué existen esas diferencias entre los cables.



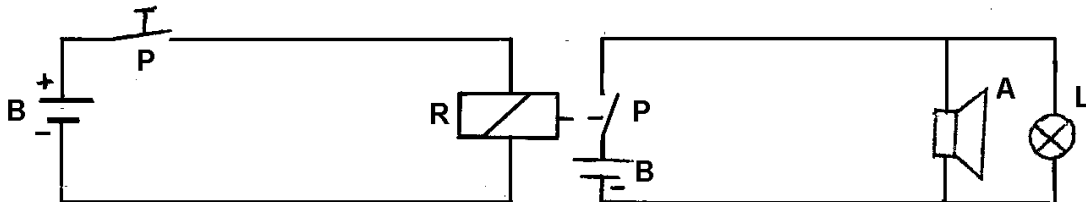
#### 5.4. DESARROLLO DE LAS LINEAS: CONDUCTORES Y AISLANTES. COMENTARIO

D. Al circular el aire este roza con la tierra, por lo que extrae electrones a algunos materiales situados en ella, de este modo las sustancias que forman el aire se ionizan transportando cargas negativas. Por el contrario la tierra queda cargada positivamente. El aire ionizado en contacto con las nubes les transfiere la carga negativa, debido a su mayor conductividad y posibilidad de ionización por el mayor contenido en vapor de agua y sustancias en suspensión. De este modo se produce una concentración de carga en las nubes y la recíproca en tierra, formándose una especie de condensador gigante en la zona donde están situadas las nubes. Si sobre la superficie de la tierra existen elementos que sobresalgan, tales como árboles, edificios, montículos, picos, etc., se produce en ellos una concentración de carga positiva por efecto punta, debido a la atracción electrostática tierra-nubes, lo mismo ocurre en formaciones bajas de la nube con la carga correspondiente. Debido a esas circunstancias, es muy probable que la descarga eléctrica de las cargas móviles (electrones) situadas en las nubes, el denominado rayo, se produzca en las zonas donde se den una o las dos circunstancias mencionadas anteriormente por disminuir la capa aislante de aire y aumentar el campo eléctrico por concentración de carga. Un pararrayos es una barra metálica situada en la parte alta de un edificio, cuya base es conectada mediante un conductor de sección adecuada a una toma de tierra, está última constituida por picas, placas o mayas metálicas enterradas y conectadas entre sí que ofrecen una baja resistencia de contacto con tierra. De este modo el pararrayos simula un pico de tierra en el que se produce el efecto punta. Ante la presencia de una nube peligrosamente cargada eléctricamente disminuye la distancia aislante de aire tierra-nube y aumenta el campo eléctrico entre ambas, provocando la descarga sobre su barra y protegiendo el área en la cual se encuentra. La descarga es transmitida por el conductor de conexión a tierra a la toma de tierra donde las cargas positivas y negativas se neutralizan. El área de protección de un pararrayos dependerá de la altura de las nubes y el pararrayos, así como la estructura de los volúmenes del suelo y la nube.



E. El telégrafo morse emite tres tipos de señales denominadas punto, raya (en modo binario todo nada), la primera de menor duración que la segunda. Con dichas señales se codifican los mensajes (p.e.: R=0—0), que pueden ser enviados por

diferentes métodos: visuales (banderas, luces, escritura) y sonoras. El sistema eléctrico consta de dos conductores, uno de ida y otro de retorno, pudiéndose simplificar utilizando la tierra como uno de ellos. En el extremo desde donde se envía el mensaje existe una batería con un pulsador que abre y cierra el circuito. Los impulsos de tensión son transmitidos a través de la línea en cuyo otro extremo existe un timbre, lámpara, o altavoz que emite las señales enviadas, o un grabador que las inscribe. En caso de amortiguación de la señal se podía amplificar con un sistema desarrollado por Henry, constituido por un relé y una batería.



B= Batería, P= Interruptor, R= Relé, A= Altavoz, L= Lámpara

F. El telégrafo constituyó el primer medio técnico de transmisión de mensajes por medio de señales eléctricas transmitidas a través de cables eléctricos. Suponía un medio mucho más rápido y seguro que la transmisión de mensajes mediante palomas, mensajeros o señales luminosas o simbólicas. Su rápida expansión se debió a las necesidades de comunicación para: los medios de defensa y seguridad de los estados, la información de las cotizaciones en bolsa entre los diferentes mercados bursátiles, realización de negocios entre empresas y la comunicación de particulares.

Su desarrollo (investigaciones científicas y diseños técnicos) tuvo gran importancia para el descubrimiento de nuevas baterías, cables y aparataje eléctrico, creándose en su derredor un gran número de empresas de investigación, fabricación e instalación. Junto con el tren constituyó una revolución en el campo de la transmisión de información y el transporte de mercancías y personas, lo que hizo al mundo más pequeño.

G. Cable para instalaciones interiores: Bipolar, A-Conductor, B-Aislante (cubierta).

Cable aéreo: Unipolar, A-Alma de acero (refuerzo de acero concéntrico), B-Conductor de aluminio o de cobre.

Cable subterráneo: Tripular armado, A-Conductor, B-Aislante, C-Pantalla, D-Relleno aislante, E-Armadura metálica (hilos o flejes), F-Cubierta aislante.

H. Las diferencias de los conductores se basan en el tipo de medio a que están expuestos y el tipo de instalación. Los cables aéreos van apoyados sobre postes o torres mediante aisladores, por tanto los cables son desnudos porque el aislamiento se deterioraría con los agentes atmosféricos y pesaría mucho más, este tipo de puede llevar un alma de hilos de acero para aumentar su resistencia a los esfuerzos de tracción. Los cables subterráneos están aislados para que no existan cortocircuitos entre fases y tierra, estar protegidos de la humedad y mantener un campo eléctrico radial en el interior del aislamiento.



## **6. ACTIVIDADES SOBRE TRANSFORMADORES**

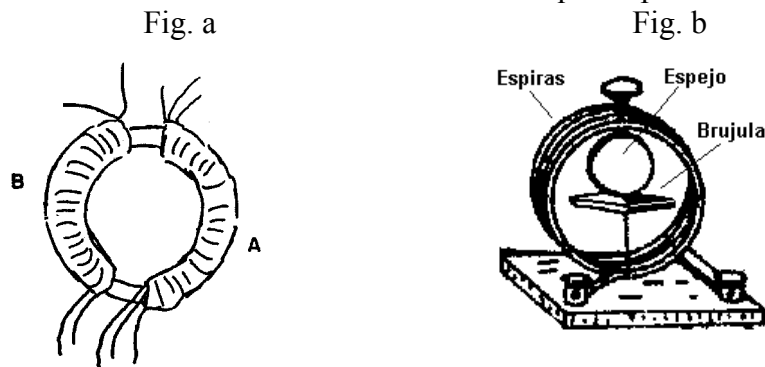
Estas actividades tratan sobre diversos aspectos de las máquinas eléctricas estáticas de distribución de energía eléctrica, concretamente sobre el transformador y sus aspectos CTS.



## 6.1. ORIGEN DE LOS TRANSFORMADORES. EXPERIMENTO DE FARADAY

En 1831 Michael Faraday realizó el primer experimento sobre inducción electromagnética. En la figura (a) se representa el dispositivo construido por Faraday para su experimento. Está constituido por un toro de hierro dulce de sección circular, sobre el cual, aislado con hilo de algodón empapado en aceite, enrolló dos devanados de espiras de alambre que denominó A y B. Otros elementos utilizados en la experiencia fueron una batería de Volta constituida por 10 pares de placas, que situó en el lado A, y un galvanómetro Schweigger de aguja magnética (como se muestra en la figura b) que conectó al lado B.

Faraday observó que al conectar la batería en el lado A la aguja magnética del galvanómetro se movía, pero después de una breve oscilación volvía a su posición original. Cuando desconectaba la batería observaba que se producía el mismo efecto en la aguja.



En la figura (c) se representan las ondas de intensidad, flujo y fuerzas electromotrices que se generan en el primario tanto en la conexión como en la desconexión, así como el esquema del circuito.

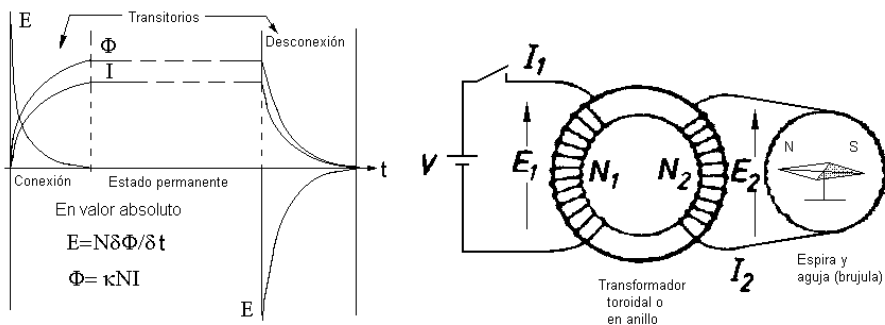


Fig. c

En base a lo anterior realiza las siguientes actividades:

- Aclara dudas y frases cuyo significado no entiendas.
- ¿Qué es un galvanómetro?. ¿Cómo funciona el de la figura b?. Explica el método de medida utilizado por el investigador para comprobar lo que sucedía en el lado B (secundario).
- Explica la forma de las ondas expuestas en la figura c.
- Explica que tensión e intensidad se inducirá en el lado B.
- ¿Por qué la aguja del galvanómetro oscila y vuelve poco después a su posición original?
- Indica alguna aplicación técnica que tiene actualmente el fenómeno y el dispositivo del experimento y sus implicaciones sociales.
- Busca información y realiza un pequeño trabajo sobre el galvanómetro y las aportaciones de Schweigger, Volta y Faraday a la ciencia y a la electricidad.

## 6.1. ORIGEN DE LOS TRANSFORMADORES. EXPERIMENTO DE FARADAY. COMENTARIO

B. El galvanómetro consta de un imán permanente y una bobina. Es un aparato de medida activado por la corriente que circula por la bobina. La bobina puede ser fija y el imán móvil, como el de la figura, o de imán fijo con bobina móvil situada en un marco sobre un cilindro de material ferromagnético provisto de un muelle helicoidal amortiguador. En este caso la aguja magnética en reposo señala la posición terrestre N-S, posición que debe ser diametral a la bobina, de modo que cuando ésta crea un campo magnético se noten sus efectos, actuando el campo magnético terrestre como amortiguador. En efecto, el campo magnético de la bobina es perpendicular a su superficie y máximo en su centro, según la regla de la mano derecha. La aguja alcanza una posición de equilibrio entre ambos campos magnéticos. El espejo se utiliza para índice luminoso para pequeñas corrientes y movimientos.

De este modo Faraday observaba los movimientos de la aguja e inducía que por la bobina B circulaba corriente, cuyo sentido dependía del sentido de giro de la aguja. Esas corrientes debían ser producidas por una tensión inducida en la bobina B de la misma naturaleza que la que se aplicaba en A, al circular por a una corriente.

C. Al conectar la batería con una tensión  $V$  circula una corriente que induce una f.c.e.m.  $E$ , igual a la tensión  $V$  aplicada. La corriente aumenta hasta un valor máximo limitado por la resistencia del devanado A. El flujo va aumentando en la misma proporción. Como  $E=Nd\phi/dt$ , y  $d\phi/dt$  (pendiente de la curva) va disminuyendo con el tiempo, lo hace también  $E$  hasta que se hace prácticamente nula. En modo permanente  $I$  es constante, pues lo es  $V$ , y también lo es el flujo, por lo que  $E$  será nula. En la desconexión la bobina no permite variaciones bruscas de intensidad y flujo, disminuyendo ambas hasta que se hacen nulas, liberando la energía electromagnética acumulada. La pendiente del flujo es negativa, por lo que lo será  $E$ , que en el momento de la desconexión alcanza su valor máximo (igual a  $V$ ), hasta que se extingue con la intensidad y el flujo.

D. En el lado B se inducirán picos de intensidad y flujo en los transitorios (forma aproximadamente senoidal), siendo la tensión (f.e.m.)  $E=Nd\phi/dt$ , que aplicada al galvanómetro producirán el movimiento de la aguja en sentidos opuestos en la conexión y desconexión.

E. La aguja se mueve por las corrientes inducidas en el secundario. Desaparecido el transitorio la aguja vuelve a su posición de reposo tras unas pequeñas oscilaciones.

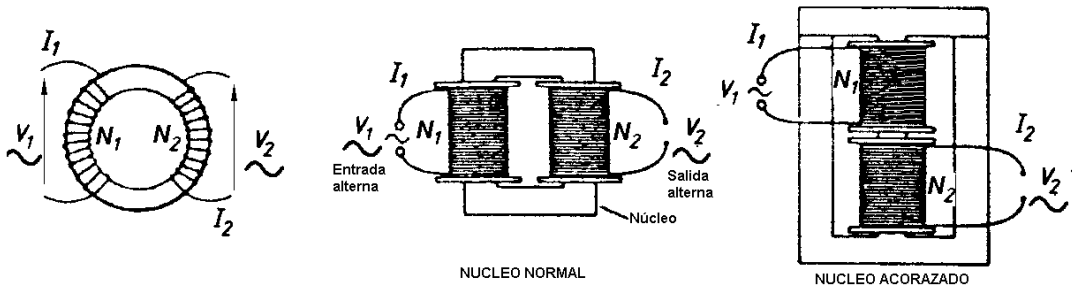
F. Aplicaciones: Transformadores de pequeña y gran potencia, interruptores diferenciales, encendido eléctrico de automóviles, cercas de seguridad, etc. El transformador supuso una máquina fundamental para el desarrollo y expansión de la distribución de la energía eléctrica en corriente alterna desde finales del siglo XIX y comienzos del XX, eso supuso el desplazamiento de la corriente continua, el desarrollo de la industria eléctrica, la comercialización y uso de las máquinas eléctricas y el desplazamiento de las máquinas de vapor en el uso industrial.

## 6.2. EVOLUCIÓN DEL NÚCLEO DE LOS TRANSFORMADORES

Existe una teoría según la cual algunos diseños técnicos y tecnológicos suelen tener cierta continuidad en relación a diseños precedentes.

En 1831 Michael Faraday realizó el primer experimento sobre inducción electromagnética, utilizando lo que sería el primer transformador. En la figura se muestra la evolución constructiva del núcleo magnético y la disposición de las bobinas en un transformador monofásico desde la forma originaria que construyera Faraday. Realiza las siguientes actividades:

- Indica cada uno de los elementos que componen el transformador monofásico en todas las figuras. ¿Sabes qué nombre recibe cada uno de los transformadores?
- Explica cómo funciona un transformador monofásico.
- Explica las diferencias constructivas entre cada uno de los transformadores, indicando después las ventajas e inconvenientes que poseen.
- Suponiendo un transformador ideal sin pérdidas y factor de potencia de la carga la unidad (sin consumo de potencia reactiva) intenta determinar la relación entre las magnitudes eléctricas V-I.
- Explica qué implicaciones tiene el transformador en la distribución de energía eléctrica.



## 6.2. EVOLUCIÓN DEL NUCLEO DE LOS TRANSFORMADORES. COMENTARIO

A. Los transformadores de izquierda a derecha se denominan: toroidal o en anillo, normal y acorazado. Los elementos que forman cada uno de los transformadores son: a- Anillo: núcleo toroidal y dos bobinas. b- Normal: Dos bobinas situadas sobre sendas columnas unidas por sendas culatas, las culatas y las columnas forman el núcleo magnético. c- Acorazado: Dos bobinas situadas sobre la misma columna central unida a dos culatas en las que se cierra el flujo magnético a través de dos columnas adicionales laterales. En todos los casos la bobina conectada a la red que cede la energía se denomina primaria, y la que la cede secundaria, a la cual se conecta la carga.

B. Un transformador monofásico funciona del siguiente modo: Cuando la bobina primaria se conecta a la red circula por ella una corriente, esa corriente alterna primaria genera un flujo que recorre el núcleo. Este flujo induce una fuerza contraelectromotriz que equilibra la tensión aplicada, y por otra parte induce una tensión (fuerza electromotriz) en la bobina secundaria que hace circular corriente secundaria por la carga. Esta corriente secundaria genera un flujo que se opone a las variaciones del flujo inductor, circulando por el núcleo un flujo resultante diferente al inductor y al inducido que es similar al de vacío.

C. Diferencias constructivas entre cada uno de los transformadores: A- Toroidal: Si el núcleo es de una sola pieza es difícil el arrollamiento de las bobinas a su alrededor, por lo que debería estar construido con dos piezas en U, suele estar construido con polvo de material ferromagnético apelmazado. Su construcción en chapa laminada es difícil. B- Normal: El montaje del núcleo y las bobinas es sencillo, la cuba de protección sería la más pequeña, su construcción con chapa laminada (en I, L o U) es igualmente sencilla. C- Acorazado: El montaje del núcleo y las bobinas es sencillo, su construcción con chapas laminadas es más complejo (en I, E o F) y requiere cubas más grandes que el normal debido a las columnas laterales. Se suele utilizar en transformadores trifásicos.

D. La potencia absorbida por el primario de la red es  $P_1=V_1I_1$ , y la cedida por el secundario a la carga es  $P_2=V_2I_2$ . Si no existen pérdidas en el transformador, y considerando el principio de la conservación de la energía, deberá cumplirse:  $P_1=P_2$ , entonces:  $P_1=V_1I_1=V_2I_2$ , despejando:  $V_1/V_2=I_2/I_1=m$  denominada relación de transformación del transformador.

E. Con el transformador es posible la variación de tensiones y corrientes alternas en el primario y el secundario, a mayor tensión menor corriente y viceversa para la misma potencia. Eso permite obtener intensidades muy bajas en las líneas de transporte de modo que las pérdidas por efecto Joule en las mismas son muy bajas, así como las caídas de tensión, debidas a la resistencia de los conductores de las líneas, lo que a su vez permite incrementar la longitud de las líneas a cientos de kilómetros. Los transformadores también se utilizan en la creación de chispas de encendidos en los coches de motor de explosión, en soldadura eléctrica, electrodomésticos de bajas tensiones, etc.



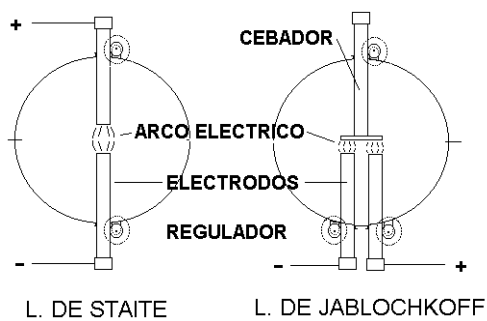
## **7. ACTIVIDADES SOBRE ILUMINACIÓN**

Estas actividades tratan sobre actividades relacionadas con la utilización de la energía eléctrica para iluminación y sus repercusiones CTS.

## 7.1. DESARROLLO DE LA LÁMPARA DE DESCARGA POR IONIZACIÓN

Con la aparición de la pila de Alessandro Volta, en 1800, Humphry Davy pudo comprobar en 1808 que un par de electrodos de carbono íntimamente unidos producían un arco eléctrico cuando se separaban, emitiendo luz. Este arco está constituido por un chorro de electrones que puede producir temperaturas de hasta 3500° en el electrodo positivo, ionizando la atmósfera en que se produce.

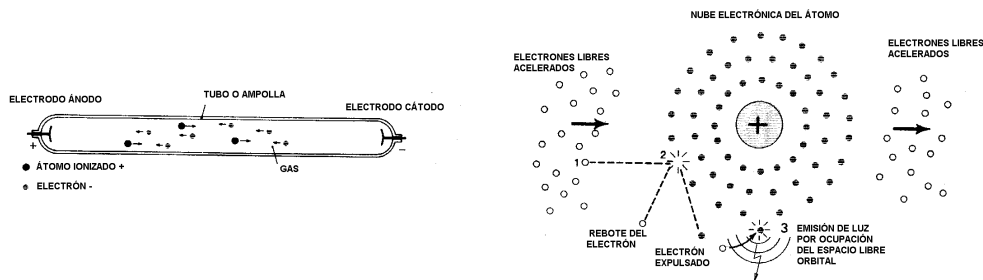
Esto hizo pensar a otros investigadores que se podrían fabricar lámparas o “bujías” de iluminación mediante el empleo de electrodos de carbono a tensiones suficientemente altas. Uno de ellos, W.E. Steatite, fabricó lámparas de arco como la que se muestra en la figura, consta de dos electrodos de carbono posicionados sobre el mismo eje, que se pueden mover mediante reguladores manuales para variar la distancia entre electrodos y regular la luz emitida. El problema de esta lámpara fue que los electrodos se desgastaban por efecto del arco, especialmente el positivo o ánodo, y su duración no era muy larga, el carbono desprendido producía iluminación añadida por combustión en la atmósfera. Este tipo de lámparas necesitaba dinamos de gran voltaje movidas por máquinas de vapor, además producían una disminución de la resistencia de carga muy importante cuando se iniciaba el arco.



Para evitar las regulaciones que imponía el desgaste de los electrodos, en 1876 Paul Jablochhoff presentó una nueva lámpara. Consistía en la disposición de los electrodos en paralelo y la utilización de corriente alterna para producir un desgaste equivalente en ambos electrodos. Además estaba provista de una placa que actuaba como cebador para iniciar el arco, cuya distancia a los electrodos era regulable, se obtenían así dos arcos entre los electrodos y

la placa. Su funcionamiento mejoraba conectando la placa a un divisor de tensión. Si la distancia entre electrodos y placa se hacía muy grande y la tensión suficiente, existía el peligro de que el arco se formase entre electrodos. Tanto las lámparas de Steatite como de Jablochhoff eran utilizadas en eventos e instalaciones especiales.

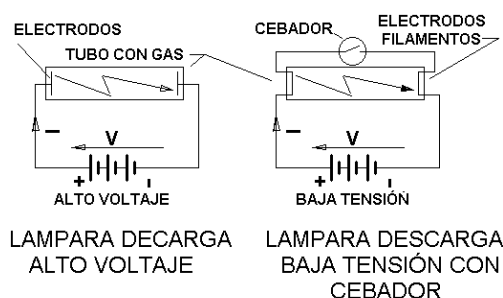
Las investigaciones sobre la lámpara de incandescencia revolucionaron la iluminación eléctrica, dando como resultado la patente y comercialización por Joseph W. Swan y Tomás A. Edison en 1879 de lámparas de este tipo, que utilizaban tensiones más pequeñas, eran más duraderas y presentaban una resistencia de carga uniforme, lo que dejó a las lámparas de arco eléctrico en desuso por sus inconvenientes: desgaste, utilización de grandes tensiones e iluminación poco uniforme.



No fue hasta mediados del primer tercio del siglo XX, en que se investigaba la naturaleza atómica de los elementos, que se empezó a estudiar de nuevo sobre la

producción de arcos eléctricos en el seno de gases encerrados en ampollas de vidrio para estudiar sus espectros (frecuencias de emisión de energía radiante). Ciertos átomos de gases se ionizaban en el seno de un campo eléctrico de gran tensión producido entre dos electrodos, su aceleración y choque con otros átomos, antes de alcanzar los electrodos, hacía que estos se ionizasen a su vez y emitiesen cuantos de energía luminosa en diversas frecuencias, según la estructura atómica de los átomos. Una de estas lámparas de descarga, denominadas de iluminación por ionización, fue el de Moore, llena de dióxido de carbono o nitrógeno.

Una manera de reducir las tensiones necesarias para la formación del arco o descarga en ciertos gases fue la utilización de los electrodos como filamentos de calentamiento previo de sí mismos y de los gases, un cebador los ponía en serie durante un cierto tiempo. Esto hizo necesario la introducción de bobinas o reactancias que tenían tres propósitos: limitar la corriente en el calentamiento de los filamentos, producir picos de tensión para el cebado del arco producido por el cambio brusco de carga al abrirse el cebador y, limitar la corriente una vez establecido el arco de descarga en el tubo. El cebador consta de unos contactos abiertos en una atmósfera de gas noble (Neón), en el que se establece un arco en serie con la resistencia de los electrodos principales, uno de los contactos es bimetálico y se separa con el paso de la corriente, llegando un momento en que el arco se extingue, en ese momento la reactancia por cambio brusco de la carga produce un pico de tensión que provoca el cebado del arco en el tubo de descarga principal. La tensión de mantenimiento de la descarga una vez calentados los gases es menor en el tubo que en el cebador.



Los gases o vapores utilizados más comúnmente hoy día son los de neón, sodio y mercurio. Existen gases que emiten espectros radiantes fuera del visible, pero que incidiendo sobre sustancias luminiscentes (fosforescentes o fluorescentes) hacen que estas emitan radiación visible, es lo que se conoce como tubos fluorescentes, cuya apariencia externa

es blanca por las sustancias luminiscentes de que esta recubierta interiormente su superficie. Se utilizan en diversos aparatos, tales como fotocopiadoras, escáneres, rayos UVA con fines terapéuticos, etc.

Realiza las siguientes actividades:

- Intenta explicar las influencias sobre la sociedad de estos descubrimientos científicos en iluminación.
- Intenta explicar por qué en corriente continua se desgasta más el electrodo positivo o ánodo que el negativo o cátodo. ¿Crees que puede existir desgaste en los electrodos de las lámparas de descarga por ionización?
- Explica que es la ionización de un átomo. ¿Qué utilidad puede tener calentar los electrodos y los gases antes del cebado del arco en los tubos de descarga?
- ¿Se podría producir un arco eléctrico en el vacío?, ¿iluminaría?
- ¿Crees que la lámpara de arco y las lámparas de descarga por ionización están basadas en el mismo principio físico?
- Busca información sobre Humphry Davy, Joseph Swan y Tomás Edison, realiza un resumen de sus aportaciones a la electricidad.

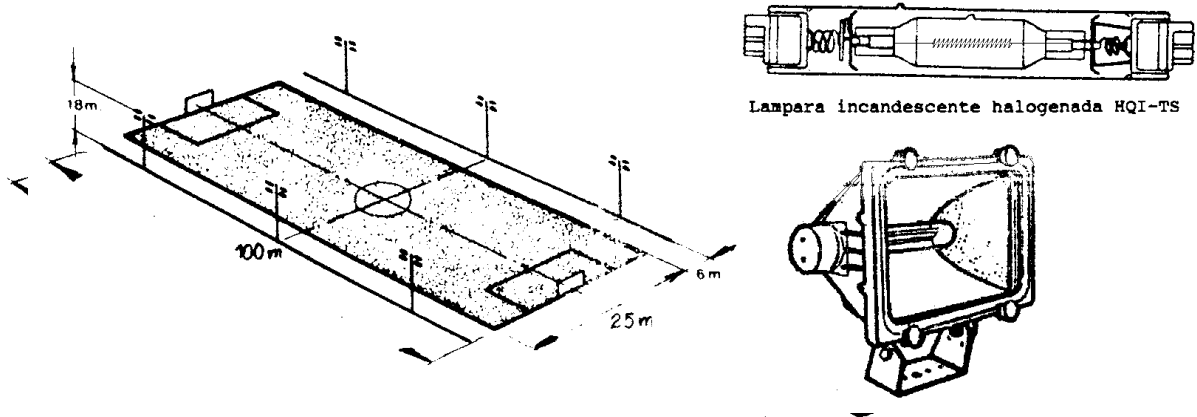


## 7-1 DESARROLLO DE LA LÁMPARA DE DESCARGA POR IONIZACIÓN. COMENTARIO

- A. La iluminación mediante lámparas de descarga de ionización de gases vino a sustituir en algunas aplicaciones a las lámparas incandescentes. Tienen un alto rendimiento luminoso, es decir, consumen menos para producir el mismo flujo luminoso, y algunos tipos de ellas poseen una capacidad de reproducción cromática similar a la solar. Sustituyó a los más antiguos sistemas de iluminación, tales como las teas, velas, candiles de aceite o petróleo, lámparas de gas, etc., todos ellos peligrosos por la posibilidad de producir incendios e incluso explosiones. De este modo, mediante la distribución eléctrica, permitió disponer de iluminación de forma rápida y segura en los hogares, permitió disponer de iluminación pública en calles y vías. Además se utiliza en otro tipo de máquinas, como las fotocopiadoras, escáneres, rayos UVA, etc. Todo ello supuso un cambio de costumbres en la sociedad.
- B. En un arco, en corriente continua los electrones acelerados por el campo eléctrico se dirigen al electrodo positivo, en el cual alcanzan altas temperaturas, al chocar con los átomos superficiales algunos de estos se desprenden debido a la alta energía que adquieren. En las lámparas de descarga el efecto es similar en los electrodos, existen además los iones positivos de los átomos, desgastándose con el tiempo, teniéndose que sustituir las lámparas y cebadores.
- C. La ionización de un átomo neutro consiste en la modificación del número de electrones en su corteza electrónica. Cuando se extrae uno o más electrones el átomo queda cargado positivamente (por desequilibrio entre la carga negativa electrónica y la carga positiva nuclear) y se dice que es un catión, cuando el átomo absorbe un electrón queda cargado negativamente y se dice que es un anión. Cuando un átomo absorbe energía, transmitida mediante el calor, sus electrones adquieren mayor energía cinética, bajo los efectos de un campo eléctrico externo pueden lograr abandonar la nube electrónica del átomo, este es el efecto que se persigue con el calentamiento, mediante el filamento por efecto Joule, de los átomos de gases, líquidos y metales que pueden existir en un tubo de descarga.
- D. Cuando los electrodos del experimento de Davy se separan en el vacío se puede producir un arco eléctrico, o descarga, entre electrodos, el cual se puede mantener si están situados a una distancia adecuada con un campo eléctrico suficientemente intenso. Si los electrodos son metálicos el chorro de electrones en el vacío no sería visible. Además como no existen gases ionizables no se producirá iluminación por ionización de gases.
- E. En ambos tipos de lámparas (de arco y descarga a través de gases ionizables) existe un chorro de electrones que se dirigen de electrodo a electrodo debido al campo eléctrico establecido entre ellos, pero en las lámparas de descarga en gases existe el efecto de choque con los átomos de gas ionizable que produce emisión de energía radiante adicional y actúan como transportadores de carga eléctrica.

## 7.2. ILUMINACION DE UN CAMPO DEPORTE

En la figura se muestra un campo de fútbol (100x25 m) iluminado por seis torres, cada una con cuatro proyectores de intemperie en cuyo interior se haya una lámpara incandescente halogenada con casquillos cerámicos.



Las lámparas pueden tener las siguientes características:

Tensión V	Potencia W	Flujo luminoso (Lm)	Rendimiento Lm/W
220	250	20.000	80
220	400	24.000	60

Realizar las siguientes actividades:

- Explica cómo funciona una lámpara incandescente halogenada e indica sus elementos sobre la figura.
- Explica qué funciones tiene y para qué sirve el proyector. Indica sus elementos sobre la figura.
- El nivel de iluminación  $E$  (lux) necesario en un campo de fútbol es de 100 lux. La iluminación es la relación entre el flujo luminoso ( $\Phi$  en lúmenes, Lm) y la superficie ( $S$  en metros cuadrados) a iluminar, según:

$$E \text{ (lux)} = \Phi \text{ (lm)} / S \text{ (m}^2\text{)}$$

De manera sencilla, determinar con la relación anterior el flujo necesario en el campo, el emitido por cada torre y cada proyector y seleccionar el tipo de lámpara.

- ¿Cuál sería, con la lámpara seleccionada, el flujo por torre y total en el campo?, ¿cuál la iluminación máxima? ¿Si existe sobredimensionamiento como podría aprovecharse?
- ¿Cómo se iluminaba antiguamente? Explica las implicaciones sociales que tuvo la iluminación con lámparas incandescente sobre la sociedad. Busca información sobre la historia de la iluminación (p.e. Humphry Davy, Charles Brush, Swan y Edison) y realiza un breve trabajo.

## 7.2. ILUMINACION DE UN CAMPO DEPORTE. COMENTARIO

- A. Una lámpara incandescente halogenada funciona mediante un filamento que se pone incandescente al paso de la corriente, debido al efecto Joule en la resistencia del filamento. Dicho filamento está situado en el interior de una ampolla que esta rellena de un gas halógeno (flúor, cloro). Debido a la diferencia de temperatura entre el filamento y la ampolla se produce una circulación del gas entre dichos elementos, por otra parte debido a las altas temperatura algunas de los átomos del metal del filamento se vaporizan, pero reaccionan con el gas halógeno, que al pasar de nuevo por el filamento lo deposito en él al romperse el enlace a altas temperaturas. De este modo se consigue la regeneración del filamento y una vida más larga de la lámpara. Los elementos constitutivos de la lámpara son: casquillos de fijación y contacto, ampolla, filamento y placa reflectora.
- B. El proyector es un dispositivo que sirve para dirigir los rayos luminosos en una determinada dirección, además cumple la misión de proteger a la lámpara a altas temperaturas de elementos mecánicos que la puedan deteriorar o de elementos que puedan producir tensiones térmicas y romperla, así como mantenerla limpia. Los elementos básicos que posee son: carcasa, elemento proyector, contactos y casquillos portalámparas, y tapa transparente de cristal (si existe cierta hermeticidad).
- C. Sabiendo que :  $E \text{ (lux)} = \Phi \text{ (lm)} / S \text{ (m}^2\text{)}$ , determinemos cada una de las magnitudes.  
Superficie: Longitud 100 m, ancho 25 m,  $S = 100 \times 25 = 2500 \text{ m}^2$   
Iluminación necesaria en el campo de fútbol:  $E = 100 \text{ lux}$   
El flujo necesario total será:  $\Phi = ES = 100 \times 2500 = 250000 \text{ lux/m}^2 \text{ ó lm}$   
Como el número de torres es de 6 y cada una de ellas lleva 6 reflectores con una lámpara cada una, el flujo que debe emitir cada torre deberá ser:  
 $\Phi_t = \Phi / 6 = 250000 / 6 = 41666 \text{ lm}$   
Por lámpara será:  $\Phi_{\text{lámpara}} = \Phi_t / 6 = 41666 / 6 = 6944 \text{ lm}$   
De las dos lámparas disponibles se elegiría la de menor flujo luminoso, que es suficiente, es decir, la que emite un flujo de 2000 lúmenes con un rendimiento del 80%, consumiendo 250 W a 220 V.
- D. Se obtendría así un flujo por torre de 120000 lúmenes, en todo el campo de 720000 lúmenes, lo que produciría una iluminación máxima E de 288 lux. Podrían conectarse la mitad de las lámparas por torre para conseguir la iluminación deseada, consiguiéndose poseer lámparas de resguardo en caso de fallos o días de poca visibilidad.
- E. La iluminación nocturna o en lugares poco soleados o lóbregos siempre ha sido un problema para que el hombre pudiese llevar a cabo sus actividades habituales sin problemas. Muchas han sido las soluciones para obtener iluminación: teas, lámparas de aceite, velas, quinqués, etc., pero todas ellas de duración limitada y peligrosas por los incendios que podían provocar, además implican el consumo de carburantes en el mismo lugar con un bajo rendimiento. Una solución más duradera fue el suministro de gas con redes públicas y la utilización de lámparas de gas, con la peligrosidad que conllevaba este tipo de iluminación. La iluminación eléctrica con lámparas incandescentes constituyó una revolución tecnológica, es muy duradera, segura y limpia, que da, además, la posibilidad de iluminar con gran intensidad grandes y extensas zonas.

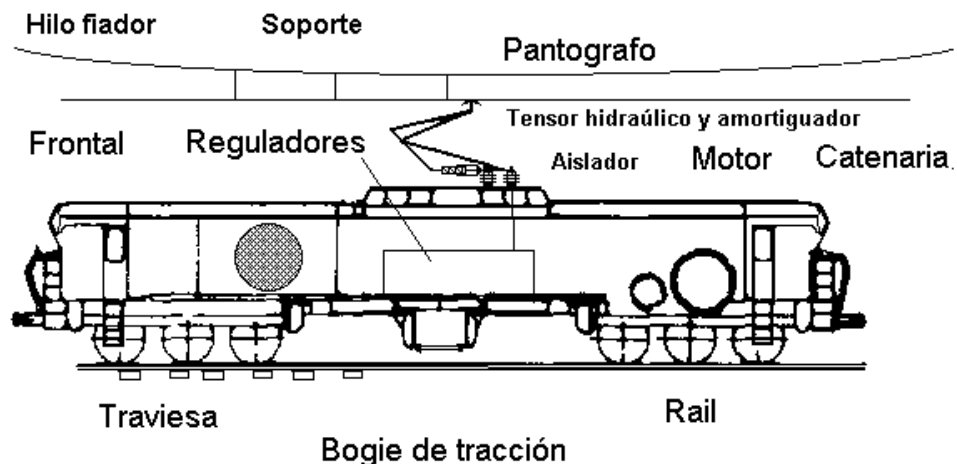
## **8. ACTIVIDADES SOBRE APLICACIONES VARIAS**

Estas actividades tratan sobre diversas utilizaciones de la energía eléctrica y sus repercusiones CTS.

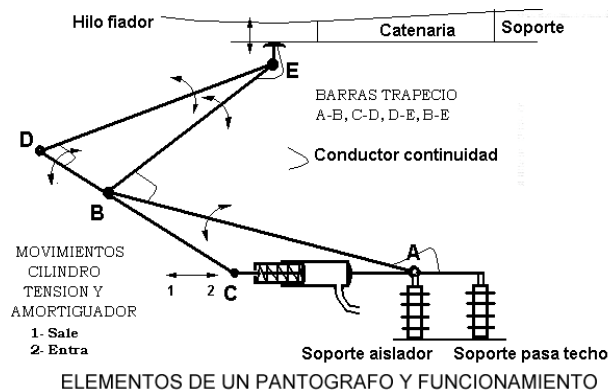
## 8.1. LOCOMOTORA ELÉCTRICA

En la figura se muestra una locomotora eléctrica alimentada a través de una catenaria de corriente alterna monofásica de 25 kV/50Hz. La locomotora dispone de un sistema de regulación de tensión y frecuencia para controlar el motor dispuesto en sus dos "bogies" o carros de tracción. Las características de los dos motores monofásicos son 1200 kW/600 V, aislamiento clase H, masa 3880 kg. Realizar las siguientes actividades:

- Indica la posición de cada uno de los componentes de la figura.
- Intenta explicar cómo se produce el efecto de desplazamiento.
- Explica las aplicaciones y repercusiones del ferrocarril en la sociedad.
- Realiza un esquema simple del sistema eléctrico.
- Calcula la intensidad que circulará por cada uno de los motores, suponiendo un factor de potencia y rendimiento igual a la unidad, cuando desarrollan la máxima potencia.
- Idem, en la catenaria en las mismas condiciones suponiendo un rendimiento de los reguladores del 90%.
- Si la fuerza de tracción total de la locomotora en un momento dado es de 86 kN y su peso es de 25 toneladas, determinar el coeficiente de adherencia entre las ruedas y el raíl ( $F=\mu P$ ).



- En la figura se muestra un esquema mecánico de un trafo. Intenta explicar los movimientos de cada una de las barras articuladas según el movimiento del cilindro hidráulico de mando y el camino recorrido por la corriente.



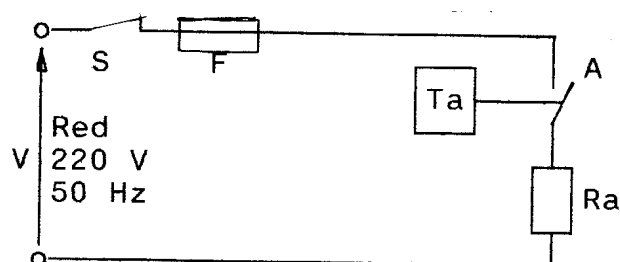
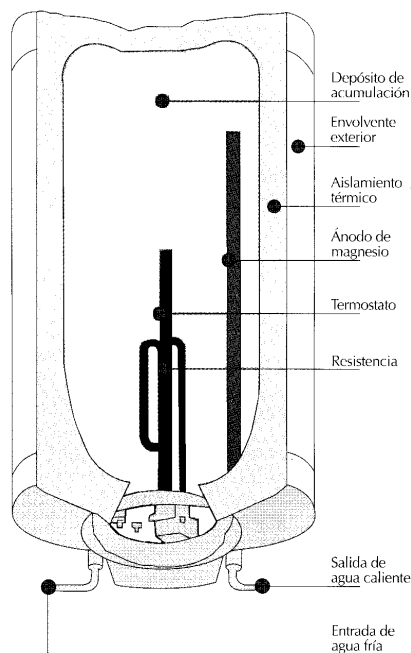
## 8.1. LOCOMOTORA ELÉCTRICA. COMENTARIO

- A. Indicarlo mediante líneas.
- B. El desplazamiento se produce por deslizamiento de las ruedas sobre el raíl, dicho deslizamiento tiene un coeficiente de fricción o adherencia  $\mu$  que permite la tracción de la máquina. Si  $P$  es el peso soportado por cada rueda la fuerza de tracción es:  $F = \mu P$ . Dicho coeficiente va a depender del ancho del raíl y la rueda, sus perfiles, el tipo de material y el estado del raíl (humedad, etc.). En algunas ocasiones se echa arena para aumentar dicho coeficiente.
- C. El ferrocarril supuso el primer medio de transporte terrestre que permitió el desplazamiento a grandes distancias de gran cantidad de mercancías y personas, junto con su trazado se extendió el telégrafo y el teléfono. Supuso a principios del siglo XX una revolución de tipo industrial y económico, denominada “del ferrocarril”, porque permitió un gran desarrollo de la industria y la expansión del comercio y las comunicaciones. Eso también supuso la modificación del medio en su trazado.
- D. Realizar el esquema unifilar y bipolar.
- E. En los motores  $P=1200$  kW,  $V=600$  V. La relación entre potencia, tensión, intensidad y factor de potencia en los motores monofásicos es:  $P=VI\cos\alpha$ . Como  $\cos\alpha=1$ , despejando se obtiene la intensidad:  $I = P/V\cos\alpha = 1200000/600 = 2$  kA.
- F. Como los reguladores tienen un rendimiento del 90% la potencia eléctrica que entregará la red será, por definición de rendimiento:  $\eta = P_{cedida}/P_{absorvida}$ . Entonces la potencia entregada por la catenaria es:  $P_{absorvida} = P_{cedida}/\eta = 1200/0,9 = 1333,33$  kW
- La potencia total entregada por la catenaria red, observando que la locomotora tiene dos motores, es:  $P = 2 \times 1333,33 = 2666,66$  kW. Como la tensión de la catenaria es de 25 kV, la intensidad será de:  $I = P/V\cos\alpha = 2666660/(25000 \cdot 1) = 10,66$  A.
- G. El peso de la locomotora es de 25 toneladas (25000 kg= 245 kN) y la fuerza de tracción 86 kN. Como la locomotora tiene 12 ruedas de tracción la distribución del peso y tracción por rueda será:  $P=245$  kN/12= 20,4 kN,  $F= 86/12=7,16$  kN. El coeficiente de fricción por rueda es:  $\mu = F/P = 7,16/20,4 = 0,351$ . Globalmente  $\mu = F/P = 86/245 = 0,351$
- H. El pantógrafo es un sistema de barras articuladas que dispone de un cilindro hidráulico que ajusta la presión inicial entre el contacto del pantógrafo y la catenaria, debiendo ser adecuada a la velocidad de la locomotora por las oscilaciones que se puedan producir. El cilindro posee un muelle amortiguador de las oscilaciones y vibraciones del pantógrafo. El pantógrafo es un conjunto articulado de barras que permite subir o bajar la barra de contacto. Cuando sale el brazo del cilindro C el extremo D de la barra CD sube debido a que actúa como un balancín respecto al extremo B de la barra articulada AB. El punto E sube debido a que suben los extremos D y B de las barras DE y BE. Cuando el brazo del cilindro se introduce se producen los movimientos contrarios.

## 8.2. CALENTADOR DE AGUA

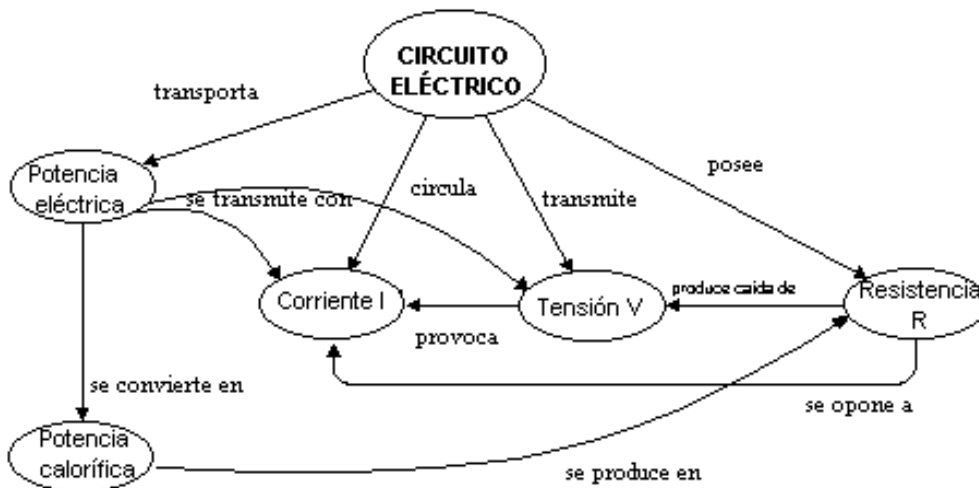
En la figura se muestra la sección de un calentador eléctrico de agua de 220V/50Hz. Realiza las siguientes actividades:

- Indica para qué sirven cada uno de los elementos indicados en la figura.
- Explica cómo funciona el calentador.
- Indica distintos tipos de calentadores de agua que conozcas según el tipo de energía que utilizan.
- Realiza un esquema conceptual con los siguientes conceptos: Circuito, tensión, corriente, resistencia, potencia y calor.
- Para graduar la potencia calorífica producida y la temperatura el calentador dispone de un termostato  $T_a$  que desconecta la resistencia cuando la temperatura del agua es superior a  $40^\circ$ , la cual produce una potencia calorífica de 3 kW a 220V. Determinar:
  - El valor de la resistencia del calefactor y la intensidad que circula por la misma.
  - El calibre del interruptor automático de protección que deberá llevar el calefactor (1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 12, 15, 16, 17, 20, 22, 25, 28, 32, A).
  - Si el dispositivo está conectado a su potencia máxima durante 24 h, y el kWh cuesta 0,1 €, ¿cuál ha será el consumo energético y su coste?



## 8.2. CALENTADOR DE AGUA. COMENTARIO

- A. El agua fría entra en el depósito acumulador, allí resistencias calefactoras aisladas la calientan controladas por un termostato que las desconecta al alcanzarse la temperatura consignada. El depósito está aislado térmicamente del exterior mediante un aislante térmico para evitar pérdidas de calor, poseyendo el conjunto una envolvente protectora. Un ánodo de magnesio en el interior del depósito protege los elementos metálicos contra las aguas duras.
- B. Cuando el agua en el acumulador posee una temperatura por debajo de la consignada un termostato conecta la resistencia calefactora, la cual transforma la energía eléctrica en calor y se la transmite al agua. Cuando el agua alcanza la temperatura de consigna el termostato desconecta la resistencia.
- C. Además del calentador eléctrico, que consume energía eléctrica, existen los de gas que utilizan la potencia calorífica de la combustión del gas utilizado, los de combustibles sólidos como el carbón y leña (en calderas o cocinas) o líquidos como el fuel (calderas). Los más antiguos calentadores de agua caseros consistían en depósitos metálicos anexos a la cocina de leña o carbón.
- D. El esquema es el que se muestra en la figura.



E.1. Cuando el termostato está conectado se consumen 3 kW, la intensidad y la resistencia del calefactor será:  $I=P/V= 3000/220= 13'63$  A,  $R=V/I= 14'66$   $\Omega$ .

E.2. La intensidad máxima circula cuando se consume una potencia de 3 kW es 13'6 A, debiéndose instalar un interruptor automático de intensidad nominal 15 A.

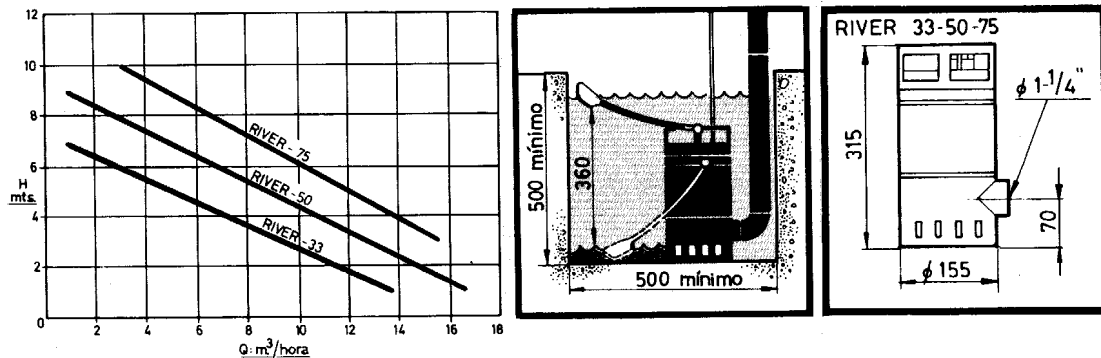
E.3. Con un consumo de potencia  $P= 3$  kW durante un tiempo  $t=24$  h se consume una energía de  $E= P.t= 3$  kW.24 h= 72 kWh. Dado que precio del kWh es  $p=0'1$  €, el coste del consumo energético será:  $C= E.p= 72$  kWh.0'1 €/kWh= 7'2 €.



### 8.3. ACHIQUE CON BOMBA ELÉCTRICA

El achique de agua de una balsa de 1 m de profundidad de una casa de campo se realiza mediante una bomba sumergida Vema, modelo River-33. La altura que hay que salvar hasta el punto de desagüe es de 4 m. El suministro eléctrico es monofásico de 220 V. Las características de la bomba son las siguientes:

- . Bomba de achique o suministro en depósitos de baja profundidad.
- . Motor asíncrono de inducción en baño de aceite, dotado de condensador (8uF).
- . Protección magnetotérmica (guardamotor).
- . Interruptor de nivel incorporado.



Rendimientos medios

TIPO	H mts.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RIVER-33	3 E	13,8	11,7	9,5	7,4	5,2	3,1	0,9			
RIVER-50		16,8	14,8	12,8	10,8	8,8	6,9	4,9	2,9	0,9	
RIVER-75				15,6	13,8	12	10,2	8,4	6,6	4,8	3

Datos Eléctricos

CV.	Tensión	Amp.	Kg.	P.V.P. PTAS.
0,33	220	2,5	10,6	
0,5	220	3,3	10,7	
0,75	220	5	11,3	

Determinar:

- a. Caudal que suministrará la bomba para la altura a que ha de elevarla.
- b. Potencia que en esas circunstancias consumirá la bomba, sabiendo que la potencia desarrollada elevar un caudal  $Q$  ( $m^3/s$ ) a una altura  $H$  (m) es:  $P(W) = \gamma \cdot Q \cdot H$  (siendo  $\gamma$  el peso específico del fluido  $1000 \text{ kg}/m^3 = 9800 \text{ N}/m^3$ ) y que el rendimiento del conjunto bomba- motor es del 50%.
- c. Potencia que consume y desarrolla la bomba para el caudal dado y su rendimiento.
- d. Diseñar el circuito de mando y protección de la bomba, teniendo en cuenta que debe funcionar de modo automático.
- e. Señalar diversas aplicaciones de estos dispositivos en diferentes situaciones e indicar sus implicaciones.

### 8.3. ACHIQUE CON BOMBA ELÉCTRICA. COMENTARIO

- A. Mirando en las tablas características de la bomba River-33, para una altura  $H$  de 4 m puede bombear un caudal  $Q$  de  $7'4 \text{ m}^3/\text{h} = 2'0555/1000 \text{ m}^3/\text{s}$
- B. Potencia mínima a desarrollar:  $P(W) = \gamma \cdot Q \cdot H = 9800 \text{ N/m}^3 \cdot 20.555/1000 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 4\text{m} = 80'57 \text{ N.m/s} = 80'57 \text{ W}$
- C. Según la tabla de características la bomba consumirá una corriente de  $2'5 \text{ A}$  a una tensión de  $220 \text{ V}$ , con un factor de potencia próximo a uno por estar compensado con condensador, entonces, la potencia consumida será:  $S=P= V \cdot I = 220 \cdot 0.75 = 165 \text{ W}$ . El rendimiento del motor a potencia máxima será:  $\eta = 100 \cdot P_{\text{desarrollada}}/P_{\text{absorbida}} = 100 \cdot 80'57/165 = 48'8\%$
- D. Las aplicaciones de las bombas de líquidos se utilizan en diversas situaciones, tales como suministro de agua potable, agua para riegos, achique de agua de minas, etc., en general trasiego de sustancias de diversa naturaleza de unos recipientes a otros, o de unos conductos a otros. Su uso está muy extendido, tanto a nivel de edificios de viviendas, usos domésticos, industrias y servicios públicos. Ha sido y es un elemento tecnológico de vital importancia, baste pensar lo que ocurriría con su ausencia.

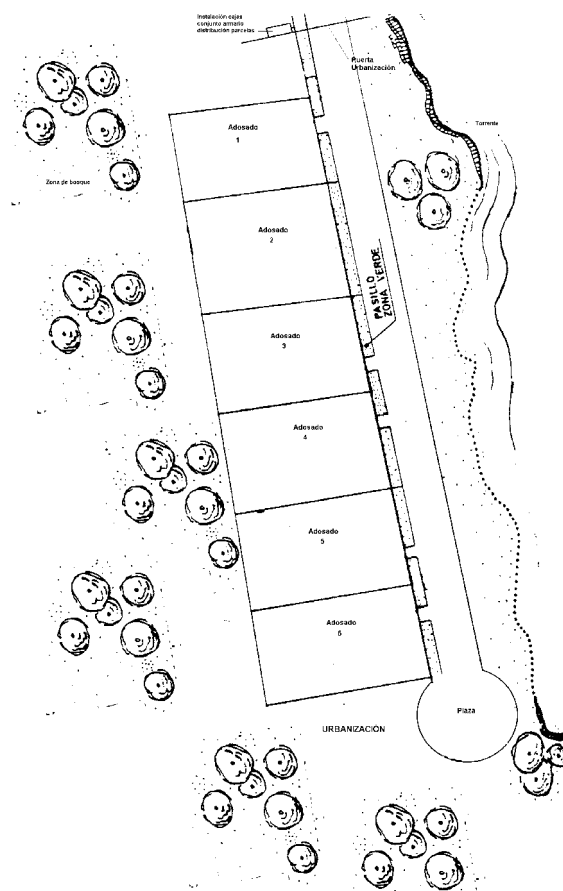
## 8.4. PROYECTO DE LINEA SUBTERRANEA DE DISTRIBUCION EN B.T.

El proyecto que hay que desarrollar se enclava en una urbanización de pequeños chalets adosados, cuya potencia individual contratada es de 8 kW, con una tensión de suministro trifásica de 380 V.

Tal como se muestra en la figura los chalets están adosados a lo largo de una calle recta que termina en una plazoleta. El conjunto está cercado existiendo una puerta de acceso desde el exterior, a cuyo lado se encuentra situada un armario de distribución o caja general de protección.

El proyecto trata sobre el diseño de la línea de distribución desde la caja general de protección hasta cada uno de los chalets adosados. Elegir el sistema de distribución de forma razonada y realizar su diseño. Las posibilidades son las siguientes:

- Línea de distribución única y contadores individuales en cada uno de los chalets adosados.
- Contadores centralizados ubicados, junto con la caja general de protección, en el interior de una caseta construida con mampostería y puerta metálica en el exterior de la urbanización.



#### 8.4. PROYECTO DE LINEA SUBTERRANEA DE DISTRIBUCION EN BAJA TENSION. COMENTARIO

Se trata de que con los sistemas existentes de instalación, las recomendaciones de la compañía distribuidora y la reglamentación vigente busquen una solución al problema planteado, realicen su diseño, descripción, cálculos pertinentes, determinen los costes y los impactos ambientales de las obras a realizar (remodelación y modificación de los terrenos, estética, armonía y consonancia con el medio, etc.). Finalmente deben realizar la presentación de la solución adoptada en una memoria con los planos que sean pertinentes.

## **9. ACTIVIDADES EN EL ENTORNO SOCIAL O EXTRAESCOLARES**

Estas actividades tratan sobre diversas visitas que se podrían realizar en relación a los contenidos impartidos en un curso de electrotecnia y que contribuyen a contextualizar aspectos CTS.

## **9. ACTIVIDADES EN EL ENTORNO SOCIAL O EXTRAESCOLARES**

- 9.1. Realizar una visita a una central de generación eléctrica, tal como una central hidráulica, térmica o nuclear.
- 9.2. Realizar una visita a un parque de generación de energía eléctrica de tipo eólico.
- 9.3. Realizar una visita a una fábrica de aparallaje eléctrico en donde se pueda observar los distintos elementos y el proceso de ensamblaje de pequeño material eléctrico.
- 9.4. Realizar una visita a una fábrica de montaje de motores eléctricos donde los alumnos puedan observar la fabricación de los distintos elementos, ensamblaje y prueba del conjunto.
- 9.5. Realizar una visita a una fábrica de transformadores donde los alumnos puedan observar la fabricación y montaje de los elementos y la prueba final del conjunto.
- 9.6. Realizar una visita a una parte de la red eléctrica de distribución de energía eléctrica en media y baja tensión para observar los elementos de apoyo, aislamiento y sustentación, así como el aparallaje utilizado.
- 9.7. Realizar una visita a una parte de la red eléctrica ferroviaria para observar los sistemas de distribución de la energía eléctrica y líneas auxiliares o paralelas, así como los elementos de apoyo, aislamiento y sustentación, así como el aparallaje utilizado.
- 9.9. Realizar una visita a un centro de transformación donde se puedan observar las diferentes celdas que lo componen, el transformador de potencia, las entradas y salidas de las líneas de suministro eléctrico y, los sistemas de medida y control existentes.
- 9.9. Realizar una visita a una subestación transformadora donde se puedan observar los embarrados característicos, el aparallaje de seccionamiento, protección y medida, los transformadores de potencia existentes y, los sistemas de medida y control existentes.
- 9.10. Realizar una visita a una fábrica de cables eléctricos de baja o alta tensión donde se puedan observar los distintos materiales y los procesos a los que son sometidos para su obtención.
- 9.11. Realizar una visita a un museo de ciencia y tecnología.
- 9.12. Asistir a congresos de presentación de materiales electrotécnicos realizados por las casas distribuidoras o fabricantes.

## COMENTARIO:

Se trata de actividades de relación de los alumnos con el entorno social, especialmente oportunos cuando los objetivos de los contenidos que se imparten coinciden, aunque sea parcialmente, con los objetivos de las visitas o estancias, en las que los alumnos pueden conectar lo que ya saben con lo que van a ver y les va a ser explicado.

## **ANEXO III**

### **ESTADÍSTICOS UTILIZADOS**





## ANEXO III. ESTADÍSTICOS UTILIZADOS

Consideradas dos variables aleatorias Y y Z que toman valores en una serie X de n categorías: A, B, C... que son variables nominales (cualitativas) no excluyentes de la muestra, en la que se han tomado muestras de tamaño  $N_Y$  y  $N_Z$  en una misma población base antes y después de haber realizado un experimento. Sean  $(Y_i, Z_i)$  el par de valores de las medias obtenidos en la muestra para las variables Y y Z en X, las categorías i (A, B, C...), bien de muestras binarias o de valores continuos en un intervalo [a, b], según el caso. Exponemos a continuación los métodos estadísticos para verificar la significatividad de las siguientes hipótesis nulas:

- a- Y y Z tienen medias parecidas en los pares de valores medios  $(Y_i, Z_i)$  de las categorías X no excluyentes A, B, C...
- b- Y y Z tienen distribuciones parecidas en su distribución de valores.

Para analizar el grado de aceptación de la hipótesis se obtendrá el coeficiente  $\beta$  de probabilidad mediante los parámetros estadísticos adecuados a la función de distribución de probabilidad. El valor del coeficiente probabilístico  $\beta$  en ambas hipótesis está en el intervalo [0,1], se confirmará la hipótesis cuando alcanza un valor superior al 95% (0'95) ( $\alpha \leq 0.05$ ), en caso contrario se rechazará.

### HIPÓTESIS A

#### A-1. Caso de variables binarias.

Si  $p_Y$  y  $p_Z$  son las probabilidades medias obtenidas para las variables Y y Z en una de las categorías de X (A, B, C...), se determinan el estadístico (Calbo 1989, Adanuy y Martín 1993):

$$z = \frac{|p_Y - p_Z|}{\sqrt{(p_Y q_Y / N_Y + p_Z q_Z / N_Z)}}$$

Finalmente se verifica la probabilidad de la hipótesis mediante la función de probabilidad t-Student con  $(N_Y + N_Z - 2)$  grados de libertad, determinándose la probabilidad de su variable w en el intervalo  $(-z, z)$ , obteniéndose las probabilidades  $\beta$  y  $\alpha$  ( $\beta = 1 - \alpha$ ). Para la hipótesis nula de que los valores o las medias son iguales ( $\beta$ ) será:  $\beta = P(w \notin (-z, z))$ , que confirmará la hipótesis al nivel  $\beta \geq 0.95$ , en caso contrario se rechazara por ser una prueba bilateral. Para  $z=0$ ,  $\beta=1$ , entonces sería  $p_Y$  es igual a  $p_Z$ .

También se puede verificar la probabilidad de la hipótesis mediante la función de probabilidad Normal cuando el tamaño de las muestras es grande, determinándose la probabilidad de su variable w en el intervalo  $(-z, z)$ , obteniéndose las probabilidades  $\beta$  y  $\alpha$  ( $\beta = 1 - \alpha$ ). Entonces, según la hipótesis nula de que las medias son iguales,  $\beta = P(w \notin (-$

z, z), que confirmará la hipótesis al nivel  $\beta \geq 0.95$ , en caso contrario se rechazará. Para  $z=0$ ,  $\beta=1$ , entonces sería  $p_Y$  es igual a  $p_Z$ .

## A-2. Caso de variables continuas en un intervalo [a,b].

Si  $m_Y$  y  $m_Z$  son las medias obtenidas para las variables Y y Z en una de las categorías X(A,B, C...) , se determina el estadístico (Canavos 1984) :

$$t = (m_Y - m_Z) / (s_p \sqrt{1/N_Y + 1/N_Z})$$

$$\text{siendo } s_p^2 = (N_Y \sigma_Y + N_Z \sigma_Z) / (N_Y + N_Z - 2)$$

Finalmente se verifica la probabilidad de la hipótesis mediante la función de probabilidad t-Student con  $(N_Y + N_Z - 2)$  grados de libertad, determinándose la probabilidad de su variable w en el intervalo  $(-t, t)$ , obteniéndose las probabilidades  $\beta$  y  $\alpha$  ( $\beta = 1 - \alpha$ ). Para la hipótesis nula de que los valores o las medias son iguales ( $\beta$ ) será:  $\beta = P(w \in (-t, t))$ , que confirmará la hipótesis al nivel  $\beta \geq 0.95$ , en caso contrario se rechazará. Si  $t=0$ ,  $\beta=1$ , entonces sería  $m_Y$  es igual a  $m_Z$ .

## HIPÓTESIS B

Para los valores medios de las muestras obtenidas en las categorías X(A, B, C...), de las variables aleatorias Y y Z, se determina el estadístico  $\chi^2$ , suma de cuadrados de las diferencias entre cada par de valores de las variables Y y Z, en cada uno de las categorías X, dividido por la interpolación media entre los valores de las distribuciones de Y y Z, es decir,  $[(Y+Z)/2]$ , entonces (Press et col. 1986):

$$\chi^2 = 2E \sum_{i=1}^{i=n} (Y_i - Z_i)^2 / (Y_i + Z_i)$$

Siendo E el factor de escala de ambas distribuciones. Se verifica la probabilidad de la hipótesis mediante la función de probabilidad Chi-dos de Pearson, determinándose la probabilidad para su variable w en el intervalo  $[0, \chi]$  para  $(n-1)$  grados de libertad, obteniéndose las probabilidades  $\beta$  y  $\alpha$  ( $\beta = 1 - \alpha$ ). Entonces, según la hipótesis nula de que ambas distribuciones son semejantes  $\beta = P(w > \chi)$ , que confirmará la hipótesis al nivel  $\beta \geq 0.95$ , en caso contrario se rechazará. Para  $\chi=0$ ,  $\beta=1$ , ambas distribuciones serían iguales.



