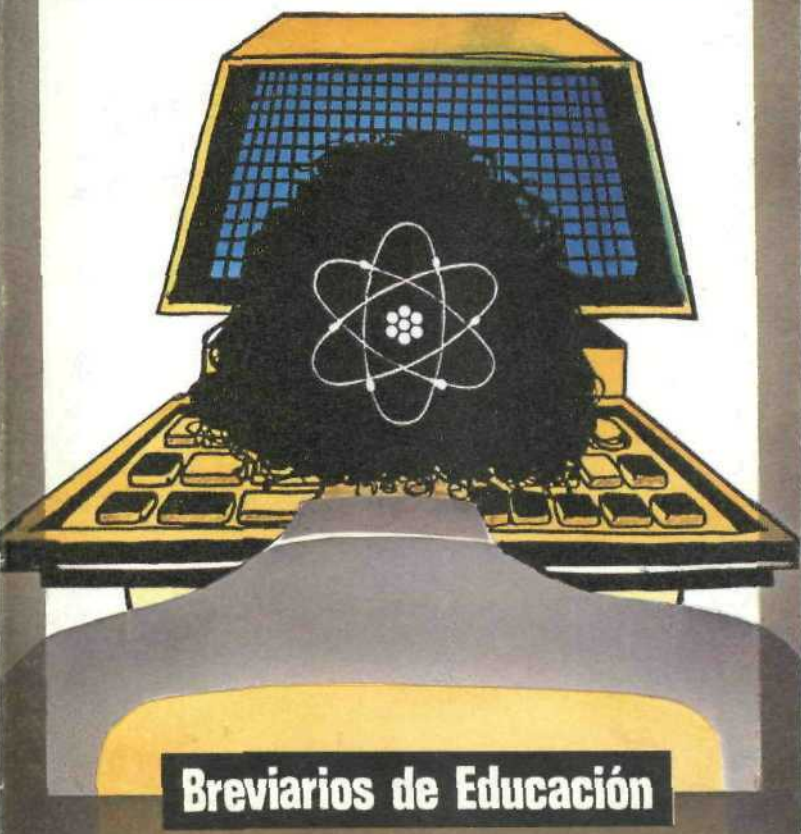


Aproximación a la integración Ciencia—Tecnología

MANUEL LUIS CASALDERREY



Breviarios de Educación

**APROXIMACION
A LA INTEGRACION
CIENCIA-TECNOLOGIA**

MÁNUEL LUIS CALSALDERREY

Colección BREVIARIOS DE EDUCACION:

1. Las lenguas de España.
2. La narración infantil.
3. Introducción al comentario de textos.
4. Las artes plásticas en la escuela.
5. Estructura y didáctica de las Ciencias.
6. Antropología cultural.
7. Educación para la protección civil.
8. Teoría del juego dramático.
9. La Innovación metafísica de Ortega.
10. Estudio de ecosistemas.
11. La Segunda enseñanza oficial en el siglo XIX.
12. Historia de la Educación en España. Tomo I.
13. Historia de la Educación en España. Tomo II.
14. Historia de la Educación en España. Tomo III.
15. Método activo: una propuesta filosófica.
16. Medio ambiente y adaptaciones.
17. Aproximación a la integración Ciencia-Tecnología.

MANUEL LUIS CASALDERREY

**APROXIMACION
A LA INTEGRACION
CIENCIA-TECNOLOGIA**

Premio Breviarios de Educación 1984

MINISTERIO DE EDUCACION Y CIENCIA
MADRID 1986



© MINISTERIO DE EDUCACION Y CIENCIA

© Manuel Luis Casalderrey

1.ª edición: abril, 1986. Tirada: 3.000 ejem.

Edita: Centro de Publicaciones
Secretaría General Técnica
Ministerio de Educación y Ciencia

I.S.B.N.: 84-369-1273-X

Depósito legal: M. 12.778-1986

Impreso en España

Por: Impresos y Revistas, S. A. (IMPRESA)

Torneros, 58. Políg. Ind. Los Angeles

GETAFE (Madrid)

DEDICATORIA

A mi esposa e hijas.

SUMARIO

| | Págs. |
|---|-------|
| 1. Introducción | 11 |
| 2. Integración ciencia-tecnología | 21 |
| 3. El planteamiento de la integración ciencia-tecnología | 29 |
| 4. Actividades relacionadas con la integración ciencia-tecnología | 35 |
| 5. Desarrollo de un tema completo con inclusión de actividades de integración | 43 |
| 6. Desarrollo de otras actividades de integración ciencia-tecnología | 73 |
| 6.1. Los dispositivos técnicos responsables de las transformaciones energéticas ... | 75 |
| 6.2. La transmisión de energía en forma de calor | 79 |
| 6.3. Los generadores de movimiento | 109 |
| 6.4. El electromagnetismo, eslabón para la integración ciencia-tecnología | 117 |
| 7. Anexos | 135 |
| 8. Bibliografía | |
| 9. Índice | |

1

INTRODUCCION

Existe una bella alegoría (1) que sitúa el nacimiento de la técnica en el momento en que Prometeo arrebató el fuego a Júpiter para ofrecérselo a los hombres. Un comienzo ciertamente épico. Pero..., ¿qué ha ocurrido desde aquellos tiempos en que los hombres se mezclaban con los dioses hasta nuestros días? Se ha recorrido un largo camino plagado de «desafíos» a la diosa Naturaleza, que han hecho de la TECNOLOGIA algo fundamental y esencial para el hombre de nuestra época, hasta tal punto que, tres días antes de que finalice el año 1982, leemos en un diario la siguiente noticia:

«... El tradicional *hombre del año*, que elige anualmente la revista norteamericana «Time», ha dejado paso este año, por primera vez en cincuenta y seis años, a una *máquina*, el ordenador personal. La revista señala que “la larga historia de amor de los americanos, primero con el automóvil y luego con la televisión, se están transformando ahora en una pasión desbordante por el ordenador”. Se estima que en EE. UU. se venderán este año 2,8 millones de máquinas. En segundo lugar ha quedado el primer ministro...» (2).

¿Representa esto el triunfo de la máquina sobre el hombre...? Sinceramente, creemos que solamente en

(1) Salomón, J. J. (1982): *Prométhée empètré, la résistance au changement technique*. Pergamon Press.

(2) Diario «El País», 28-12-1982, pág. 21. Madrid.

este enfrentamiento de popularidad. Sin embargo, no cabe ninguna duda que la máquina constituye hoy una parte importante de la vida del hombre y de que las *INTERACCIONES* entre la *SOCIEDAD*, la *CIENCIA* y la *TECNICA* afloran actualmente en todos los campos:

- La cocina de cualquier casa es un conjunto de aparatos tecnológicos útiles.
- En la sala de estar de las viviendas, numerosos artilugios técnicos entretienen el ocio de las familias.
- Cualquier laboratorio de investigación científica está arropado por una serie de sofisticados instrumentos tecnológicos que facilitan y aceleran el trabajo de los científicos.
- La tecnología crece abonada por las buenas ideas científicas que, a su vez, se ven proyectadas en la producción de múltiples aparatos técnicos.

Toda esta realidad palpable está alejada de las aulas de los centros docentes. La *CIENCIA* se enseña siguiendo un camino *distante de la TECNOLOGIA*, y un inmenso muro se eleva entre ellas, tratando de ignorar la realidad cotidiana.

Sin embargo, existe una inquietud creciente por *romper las barreras artificiales* y encontrar los caminos que acerquen la *CIENCIA* a la *TECNOLOGIA* o —si se prefiere— la *TECNOLOGIA* a la *CIENCIA*, con el fin de *fortalecer la propia CIENCIA*, dilatar su horizonte y hacerla más atractiva a los alumnos que inician por ella su andadura.

Posteriormente damos algunas referencias bibliográficas que corroboran el *interés por el tema de la INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA*. Para reafirmar esa inquietud y preocupación, citaremos aquí otro testimonio recientemente publicado (3), que recoge, entre las resoluciones y recomendaciones del INFORME DE LA SEXTA CONFERENCIA INTERNACIONAL DE EDUCACION QUIMICA (Universidad de Maryland, agosto 1981), lo siguiente:

«... Deberían encontrarse procedimientos adecuados para incluir en los currícula de las escuelas y universidades aspectos relacionados con lo social, lo económico, lo *tecnológico*, lo legal...»

Después de este preámbulo, diremos que **APROXIMACION A LA INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA EN EL PRIMER CICLO DE LOS ESTUDIOS MEDIOS** es, como su nombre indica, un acercamiento a los caminos que conducen a la **INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA**.

Los apartados 2 (Integración ciencia-tecnología) y 3 (El planteamiento de la integración ciencia-tecnología) vienen a ser un análisis teórico de lo que significa la INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA, las distintas opiniones sobre la INTEGRACION de ambas y la situación del tema en el plan de estudios actual y las perspectivas que presenta en la Reforma de las Enseñanzas Medias que se está realizando. Luego ofrecemos nuestro punto de vista respecto al *planteamiento de la INTEGRACION de la CIENCIA y la TECNOLOGIA*:

(3) *J. Chem. Educ.*, núm. 59, febrero 1982.

El profesor debe utilizar la **TECNOLOGIA** como **MEDIO** para conseguir el **FIN** principal de que sus alumnos aprendan más y mejor la **CIENCIA**.

Esta parte finaliza con la descripción de los distintos tipos de **ACTIVIDADES** que pueden servir para llevar a la práctica ese planteamiento teórico de la **INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA**.

Los apartados **5** (Desarrollo de un tema completo con inclusión de actividades relacionadas con la integración ciencia-tecnología) y **6** (Desarrollo de otras actividades de integración ciencia-tecnología) recogen actividades concretas sobre algunos de los temas que se incluyen, y presumiblemente continuarán incluyéndose, en los programas de iniciación a los Estudios Medios de Ciencias.

En primer lugar se desarrolla por completo el tema de **TRABAJO, POTENCIA, ENERGIA**, incluyendo actividades generales y específicas de búsqueda de la **INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA**. Un esquema previo (**CUADRO DE PROGRAMACION**) resume las ideas básicas y las interrelaciona con el fin de tener una visión global del tema que se va a desarrollar. Todo ello es, en realidad, el resultado concreto de la puesta en práctica de las ideas de **INTEGRACION** de la **CIENCIA** y de la **TECNOLOGIA** a la hora de abordar el tema en clases normales de Bachillerato. Entre la información recogida figuran, por supuesto, las aportaciones de los alumnos.

La serie de **ACTIVIDADES DE INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA**, que figuran en el apartado **6**, son ejemplos concretos de cosas que se pueden hacer con el fin de andar los caminos de la **INTEGRACION**

CIENCIA-TECNOLOGIA. Dentro de él destacan, por su extensión, los espacios dedicados a la ENERGIA TERMICA y al ELECTROMAGNETISMO, temas de los que salen infinidad de brazos tendidos hacia el mundo de la TECNOLOGIA.

Los apartados 5 y 6 no son capítulos cerrados, sino pautas que señalan las direcciones en las que pueden ir algunas de las actividades que los profesores pueden hacer, para llevar a la práctica la INTEGRACION de la CIENCIA y la TECNOLOGIA. Creo que sería contrario al espíritu que se quiere imprimir a la INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA el que se diesen actividades terminales que limitasen la labor de creación, tanto del profesor como de los alumnos. La idea que debe guiar las actuaciones del profesor y de los alumnos es la de relación entre la CIENCIA y la TECNOLOGIA, a través de los caminos que en cada momento se construyen. De todos modos es conveniente tener preparados todos los elementos que confluyen en la construcción del camino para que éste salga bien: planos, máquinas, materiales y profesionales. Dicho de otra forma, la improvisación no es el mejor procedimiento de dirigir la formación de los alumnos.

Los anexos son algunos de los resultados de la investigación efectuada por nosotros en el Instituto de Bachillerato «Sánchez Cantón», de Pontevedra, para tratar de encontrar en la práctica la INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA.

Antes de terminar esta INTRODUCCION, vamos a concretar nuestros planteamientos en unas cuantas REFLEXIONES y RECOMENDACIONES destinadas a los PROFESORES que quieran trabajar en el campo de la INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA, ya que,

en realidad, todas estas páginas están escritas pensando en otros profesores que se sientan atraídos por la idea de la INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA:

1. Que lean con atención el presente trabajo.
2. Que consulten las fuentes bibliográficas que se citan.
3. Que lean libros de divulgación científica y tecnológica, recopilando información que pueda ser útil en su trabajo, mediante el empleo de fichas del estilo de las que sugerimos en el apartado 5.
4. Que traten de seleccionar unos cuantos aparatos básicos, para que los alumnos puedan desmontarlos, analizarlos, conocer su funcionamiento y los principios en los que se fundamentan.
5. Que se acerquen a la problemática de la INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA con una gran amplitud de miras, abiertos a todo tipo de iniciativas, sobre todo a las que proceden de los alumnos, los cuales tienen una gran inquietud que está esperando estímulo y apoyo adecuados para manifestarse.
6. Que no van a encontrar —al menos por ahora— en los *libros de texto*, la información que necesitan para poner en práctica la INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGICA, pero posiblemente la hallarán en los libros de divulgación tecnológica.
7. Que procuren incorporar al desarrollo de los temas:
 - Nuevos aparatos (balanzas electrónicas, relojes digitales...), que contrasten con los antiguos existentes en el laboratorio.
 - Nuevos procesos, tales como la liofilización, que mencionamos en el apartado 6.2.5.

8. Que no busquen en la INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA la panacea que vaya a resolver todos los problemas que tiene planteados la enseñanza de las Ciencias. En la INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA pueden encontrar un MEDIO que contribuirá a conseguir el FIN de mejorar la enseñanza de las CIENCIAS.

Para finalizar, nuestro agradecimiento a los compañeros del Seminario Didáctico de Física y Química del Instituto de Bachillerato «Sánchez Cantón» y a las demás personas que han ayudado a nuestro trabajo y contribuido a incrementar la ilusión por el mismo.

Pontevedra, otoño 1984

M. L. CASALDERREY

2

INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA

Uno de los retos que la didáctica de las ciencias tiene planteados es el de la INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA (1). Se trata de conectar nuestras clases de ciencia con el mundo actual, en el cual la tecnología ocupa un lugar preferente y destacado.

No es un tarea sencilla la de intentar establecer comunicación entre la ciencia y la tecnología, ya que (2):

- El pensamiento INDUCTIVO-CIENTIFICO busca establecer las leyes naturales a través de la investigación y del descubrimiento.
- La TECNOLOGIA, de carácter pragmático, busca el encontrar los MEDIOS que faciliten la ejecución de los fines trazados por la Ciencia o por la Sociedad, así como el diseño, la realización y el mantenimiento de diversas máquinas.

Por otra parte (3):

- Los OBJETIVOS DE LA CIENCIA se centran en el *conocimiento* de la naturaleza.
- Los OBJETIVOS DE LA TECNOLOGIA se centran en el *dominio* de la naturaleza.

(1) *Nuevas tendencias en la enseñanza integrada de las ciencias*, vol. III, 1977, Editorial UNESCO, págs. 6 y ss.

(2) Knoll, K. (1974): *Didáctica de la enseñanza de la física*, Editorial Kapelusz. Buenos Aires, pág. 67.

(3) Fernández Uría, E. (1979): *Estructura y didáctica de las ciencias*. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid, págs. 79-80.

Pese a esta diferencia de objetivos y a que en un principio crecieron independientemente una de la otra, hoy existe una creciente *interdependencia entre la Ciencia y la Tecnología*, ya que:

- Los avances tecnológicos posibilitan el desarrollo de la Ciencia.
- Los conocimientos científicos allanan el camino a los avances tecnológicos.

Sin embargo, está ausente de las aulas, esta interdependencia que se observa en el mundo actual. Hoy, más que nunca, es necesario encontrar los caminos que permitan una metodología de interacción entre la Ciencia y la Tecnología, es decir, una DIDACTICA DE LA INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA.

En este sentido, se encuentran en la bibliografía las *opiniones más contradictorias* que van desde:

- JACOBS (1967) (4), que postula la exclusión de la TECNOLOGIA de la enseñanza de las CIENCIAS, hasta
- MÜLLER (1965) (5), que sobrevalora la importancia de la TECNOLOGIA en la enseñanza de la CIENCIA.

No siempre la virtud está en el punto medio, pero posiblemente en este caso sí lo esté. No debe ponerse

(4) Jacobs, W. (1967): «Zum Problem einer "technischen Grundausbildung" in der Volkschule», en *Wesiermanns Pädagogische Beiträge*, cuad. I, citado por Knoll en (2).

(5) Müller, H. (1965): «Technik im Naturlehreunterricht», en *Zeitschrift für Naturlehre und Naturkunde*, cuad. 9. Citado por Knoll en (2).

excesivo énfasis en el estudio de la TECNOLOGIA, descuidando el de las CIENCIAS, pero tampoco debe haber una separación total en el estudio de la CIENCIA y de la TECNOLOGIA. Por el contrario, *se deben tratar de encontrar los canales de comunicación entre la CIENCIA y la TECNOLOGIA*, que aumenten el interés de los alumnos por el estudio de la Ciencia, poniendo de manifiesto el amplísimo espectro de aplicaciones que derivan de cada idea científica y que sirvan para el afianzamiento de los conceptos científicos al apoyarlos en aparatos, sistemas y procesos habituales en el mundo actual en que se desenvuelven nuestros alumnos.

La dificultad fundamental estriba en *determinar las características que deben poseer los canales de comunicación entre la CIENCIA y la TECNOLOGIA*: la profundidad, la anchura, la penetración, el «fluido» que transportan, el caudal, las presiones a que se someten...

Es bien sabido que en el *BACHILLERATO actual* de España existen las *ENSEÑANZAS Y ACTIVIDADES TECNICO-PROFESIONALES (EATP)*, que los alumnos deben cursar obligatoriamente en los cursos segundo y tercero de BUP y de las que se espera que contribuyan a la formación del alumno: «al permitirle establecer una relación entre los conocimientos y la formación proporcionada por el estudio de las diversas materias con el mundo real del trabajo y sus actividades..., y establecer un punto de contacto entre el centro educativo y la sociedad circundante» (6).

Las *especialidades* que se pueden cursar actualmente en la *EATP* son ocho:

(6) Orden de 22 de mayo de 1975 del Ministerio de Educación y Ciencia («BOE» 18-4-1975).

1. Industrias de la alimentación.
2. Electricidad.
3. Electrónica.
4. Industrias mecánicas.
5. Comercio.
6. Técnicas de hogar.
7. Diseño.
8. Informática.

La INFORMÁTICA ha sido incluida recientemente en las EATP (Decreto 101/1984, de 25 de mayo), lo cual representa un paso adelante dentro de los objetivos que se han perseguido con las EATP, entre los cuales se encuentra el que el alumno pueda observar la relación CIENCIA-TECNICA.

En la práctica, las EATP han encontrado una serie de dificultades, entre las que podemos señalar las recogidas en el número 6 de la «Nueva Revista de Enseñanzas Medias» (7):

- Falta de espacio físico.
- Falta de material.
- Falta de profesorado específico.
- Falta de número de horas suficientes.

en donde se añade que «los planteamientos teóricos de las EATP se han quedado en agua de borrajas».

En la actualidad, la Administración tiene planteada la reforma de las Enseñanzas Medias. En los dos primeros años del plan de estudios —tronco común— se dedican siete horas por semana (tres en primero y cuatro

(7) Manzano, J., y otros: *La reforma que viene. Área tecnológica*, en «Nueva Revista de Enseñanzas Medias», NREM/6, 1984, páginas 7-10.

en segundo) al estudio de las *CIENCIAS EXPERIMENTALES* y *quince horas/semana* (ocho en primero y siete en segundo) *al AREA TECNOLOGICA Y ARTISTICA*, cuya área dispone, además, de *otras tres horas* por semana a libre disposición del centro. Con este planteamiento *se potencia, de forma notable, el AREA de TECNOLOGIA*, ya que las EATP disponen de dos horas semanales en segundo y en tercero. Por tanto, en el Anteproyecto de Reforma de las Enseñanzas Medias se sigue separando la Ciencia de la Tecnología. Entendemos que, *a este nivel de iniciación, sería muy útil buscar, de forma práctica, la INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA*. Eso es precisamente lo que hemos tratado de hacer en el trabajo que ahora *presentamos como una APROXIMACION A LA INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA*, buscando la *Integración desde la propia Ciencia*.

Si al final se decide la separación de la Ciencia y la Tecnología en el *plan de estudios del primer ciclo de los estudios medios*, creemos que *ambas saldrían reforzadas si se abriesen ventanas hacia la tecnología desde el edificio de la ciencia, y viceversa*.

3

EL PLANTEAMIENTO DE LA INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA

En consonancia con lo que acabamos de decir al final del apartado anterior, nuestro planteamiento aboga por abordar la **TECNOLOGIA** desde la propia **CIENCIA**, por tanto tenemos que incluir la **TECNOLOGIA** en alguna de las etapas del **METODO CIENTIFICO**.

Knoll (1) estudia este problema, y utiliza para ello las *cuatro posibilidades* que señala Mothes (1967) *de enfocar la tecnología* en la enseñanza normal de la Física:

- En el nivel de planteamiento de los problemas.
- En el nivel de planteamiento de los experimentos.
- En el nivel de realización de los experimentos.
- En el nivel de las aplicaciones.

El *PLANTEAMIENTO DE UN PROBLEMA* puede hacerse a partir de un aparato técnico sencillo y fácil de comprender. La justificación de esta idea puede encontrarse en el hecho normal de que los aparatos técnicos son muchas veces más familiares a los alumnos que los fenómenos naturales. Muchos alumnos habrán montado y desmontado aparatos, tratando de conocer su funcionamiento y buscando la posible avería o el fallo de su funcionamiento.

El *PLANTEAMIENTO DE EXPERIENCIAS* supone el análisis de las distintas posibilidades de llevarlas a

(1) Ver nota 2, del apartado 2 (Integración ciencia-tecnología).

cabo, con el fin de encontrar la mejor manera de realizarlas. Así, el TECNICO se pregunta cómo ha de instalar determinado aparato para que cumpla mejor la finalidad para la que ha sido diseñado. El CIENTIFICO, en el planteamiento del experimento, se pregunta cómo ha de montar los aparatos para que presten un mejor servicio en la búsqueda de las leyes de la naturaleza.

La *REALIZACION DE EXPERIMENTOS* supone un montaje de aparatos diversos que son, en cierto modo, reflejo de las instalaciones industriales y técnicas. En esta etapa, *el pensamiento técnico y el científico alternan y se complementan de manera eficaz*. Es cuando se vislumbran las posibilidades prácticas de las ideas científicas: lo que era pensamiento, idea, ecuación, ley oral o escrita, se transforma en algo tangible. *Las interacciones entre la CIENCIA y la TECNOLOGIA aparecen claras al comprobar que una mejor instalación, con aparatos más precisos, proporciona datos más fiables y facilita la determinación de las leyes de la naturaleza.*

Quizá la mejor posibilidad de integrar la CIENCIA y la TECNOLOGIA la ofrezca la última fase del *método inductivo*, la *confirmación y APLICACION de las leyes*. Es el momento de ver proyectada la ley físico-química de forma concreta en multitud de aparatos que funcionan apoyados en ella. En el caso concreto de los efectos térmicos de la corriente eléctrica, el alumno puede confirmar su veracidad en la pléyade de aparatos eléctricos, cuya finalidad es la producción de calor: cocina, estufa, hornillo, plancha, etc.

Nuestro trabajo utiliza algunas de estas ideas, pero no de una forma tan limitada, aunque nos hemos volcado preferentemente en la parte de aplicaciones, pero

sin dejar de abrir ventanas hacia el fascinante mundo de la TECNOLOGIA en otros puntos del planteamiento de los temas, como puede ser en el momento del establecimiento de los *conceptos físico-químicos*, buscando el apoyo de las definiciones, en ejemplos concretos de aplicaciones técnicas.

No quisiéramos limitar desde aquí el campo de las interconexiones entre la CIENCIA y la TECNOLOGIA, sino señalar a los profesores que quieran trabajar en este campo que *las formas de abordar la INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA, son variadas y múltiples* y que pueden utilizarse unas u otras en función del momento, del tema, de los alumnos, del entorno socio-industrial del centro, etc.

4

ACTIVIDADES RELACIONADAS CON LA INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA

Resumimos, a continuación, algunas de las actividades que se pueden llevar a cabo con el fin de poner en práctica la INTEGRACION CIENCIA - TECNOLOGIA:

1. *Definición de conceptos físico-químicos*, apoyándolos en aplicaciones tecnológicas y prácticas. Es decir, que en vez de referirse a objetos abstractos —a un cuerpo, se dice normalmente en la bibliografía—, apoyar la definición en objetos concretos que formen parte de la vida cotidiana del alumno o de la tecnología del entorno. Naturalmente que a la hora de generalizar los conceptos es más riguroso referirse a un objeto indeterminado, pero en el momento de establecerlos es mucho más motivador apoyarlos en cosas concretas, aunque luego se pase a la generalización. Así, el concepto de trabajo puede definirse ligándolo a ascensores y grúas, como veremos más adelante en el desarrollo del tema «TRABAJO, POTENCIA Y ENERGIA». Algo parecido sucede con el concepto de POTENCIA, que debe relacionarse inmediatamente con el funcionamiento de diversas máquinas.

2. *Medida de magnitudes*. Referenciar los artilugios técnicos más recientes que llevan a una determinación precisa de la misma. En el caso de la medida de la masa, por ejemplo, podrían resumirse los distintos tipos de balanzas actuales, electrónicas, de pesada directa..., y no limitarse solamente a los tipos de balanzas que se encuentran en el laboratorio del centro.

Algo equivalente podría decirse de la medida de velocidades y aceleraciones en coches, aviones y aparatos diversos.

3. *Preguntas abiertas*, relacionadas con las aplicaciones prácticas de los conceptos teóricos. Se trata de estimular la espontaneidad y la creatividad de los alumnos, al mismo tiempo que se establece una comunicación directa entre el mundo actual y los conceptos científicos. Algunos ejemplos de preguntas abiertas pueden ser:

- Aparatos que se mueven con movimiento circular.
- Máquinas y dispositivos que estén relacionados con el Principio de Pascal.
- Aparatos ópticos.

4. *Trabajo bibliográfico* acerca del funcionamiento de algún aparato, sistema o proceso, utilizando libros adecuados a la formación de los alumnos, preferentemente de divulgación. Los trabajos pueden hacerse en grupo de tres o cuatro alumnos y han de presentarlos en forma conveniente. También pueden referirse a alguna idea científica y la proyección social o tecnológica de la misma. Por ejemplo:

- Funcionamiento de un frigorífico y procesos físicos en que se fundamenta.
- Liofilización y aplicaciones de la misma.
- ¿Cómo se hacen las fotografías meteorológicas?
- El aprovechamiento de la energía del viento.

5. *Trabajo con recortes de prensa*, que recoja las aplicaciones prácticas y la proyección social de alguno de los conceptos físico-químicos. Los recortes se pegan en hojas en las que deben ponerse la fecha y el nombre del periódico. Al final deben figurar las consecuencias a las que se llega después de analizar la infor-

mación organizada. Estos trabajos pueden referirse a los más diversos temas y pueden tener duraciones variables en el tiempo. Así, si el trabajo se refiere al *lanzamiento de una nave espacial*, la recogida de información es breve en el tiempo y, por tanto, puede extenderse a un mayor número de diarios y alcanzar, además, algunas revistas más o menos especializadas. El tema de la *contaminación* puede extenderse a lo largo de uno o dos trimestres, centrándose en un solo periódico cada grupo, con el fin de poder establecer comparaciones entre ellos. La temática de la *energía* es otro aspecto importante que ha de extenderse en el tiempo.

6. *Funcionamiento de algún aparato*. Puede llevarse a clase algún aparato, desmontándolo si es preciso y explicando a los alumnos —o haciendo que ellos los descubran— los fundamentos físico-químicos del mismo. Es el caso del compresor de un frigorífico al que luego nos referiremos (6.2.6).

7. *Problemas numéricos* conectados con la realidad y relacionados con la tecnología. En la práctica habitual, los problemas tienen escasa relación con la técnica y muy poca conexión con el mundo en el que se mueven los alumnos. Los problemas deberán referirse, siempre que sea posible, a máquinas concretas, a móviles reales, con datos extraídos de la bibliografía técnica, etc.

8. *Visitas a instalaciones industriales*, con el fin de conocer la tecnología industrial. Todas estas visitas han de ser planificadas en forma adecuada (1), propor-

(1) PEAC: *La enseñanza por el entorno ambiental*, 1981. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia, páginas 139-176 y 324-326.

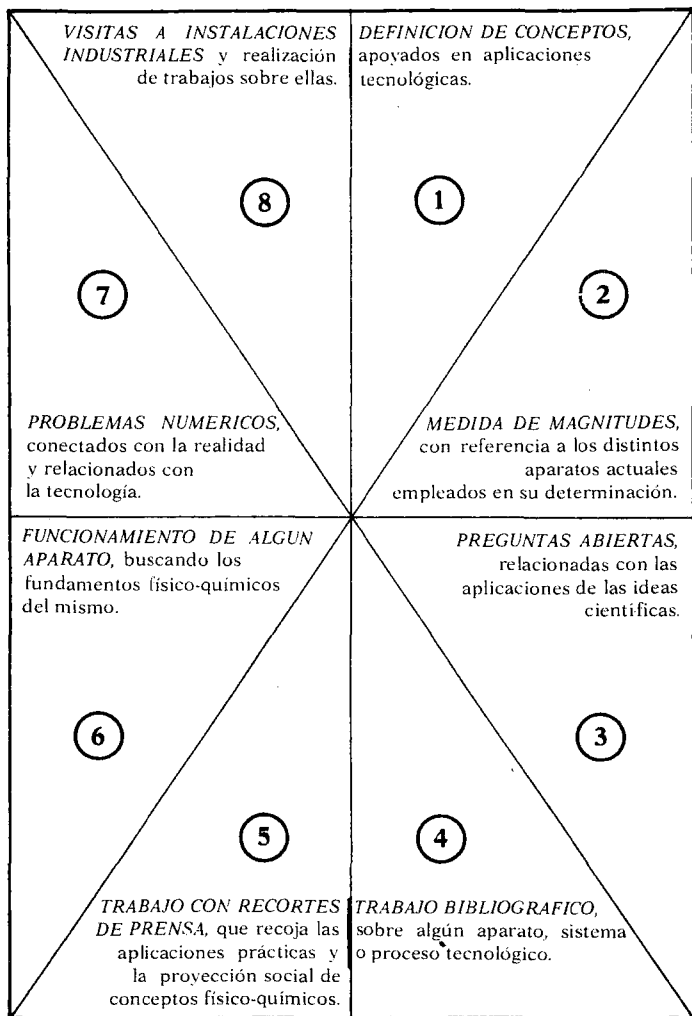
cionando a los alumnos una información previa, y responsabilizando a cada uno —o a cada grupo— de un trabajo concreto sobre alguna de las partes del proceso, sobre el funcionamiento de alguna de las máquinas, sobre el fundamento físico-químico de las mismas, etc. Es una actividad de gran importancia y en la que se puede materializar un elevado porcentaje de la *interacción Ciencia Tecnología*.

Todas estas actividades tratan de relacionar la CIENCIA y la TECNOLOGIA. Posiblemente se puedan establecer muchas más, pero hay que tener muy presente que no se debe caer en la trampa de pretender encontrar en la interacción CIENCIA-TECNOLOGIA la solución de todos los males que aquejan a la enseñanza de las ciencias. No es ninguna panacea. Creemos que la INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA puede incrementar la motivación de los alumnos para el estudio de las ciencias, al mismo tiempo que se construye una ciencia más real, al no desmembrarla de sus aplicaciones prácticas, pero NO debe forzarse hasta el punto de hacerla artificial, ya que existen en los programas algunos temas que son puramente científicos y que admiten pocos contactos entre la CIENCIA y la TECNOLOGIA. Además, nuestra misión sigue siendo la de enseñar CIENCIA y debemos utilizar la TECNOLOGIA en tanto en cuanto sirva para mejorar la enseñanza de la ciencia, de tal manera que nuestro *lema* podría ser:

HACIA UN MEJOR CONOCIMIENTO DE LA CIENCIA A TRAVES DE LA TECNOLOGIA.

Damos a continuación, en página aparte, un esquema en el que se recogen las actividades de INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA.

ACTIVIDADES DE INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA



En el planteamiento de los TEMAS de INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA, creemos que la *actuación del profesor* debe guiarse por el *PRINCIPIO GENERAL* de que la *INTEGRACION CIENCIA - TECNOLOGIA* puede llevarse a cabo de múltiples maneras y mediante la realización de las más diversas actividades —algunas de las cuales hemos referenciado anteriormente—, con tal de que todas ellas traten de *conectar al alumno con la realidad tecnológica actual*, buscando siempre el reforzamiento de los conocimientos científicos, y no olvidando nunca que la *INTERACION CIENCIA-TECNOLOGIA* no es ninguna panacea y debe usarse con prudencia.

EL PROFESOR DEBE UTILIZAR LA
TECNOLOGIA COMO *MEDIO* PARA
CONSEGUIR EL *FIN* PRINCIPAL DE QUE SUS
ALUMNOS APRENDAN MAS Y MEJOR LA
CIENCIA.

5

DESARROLLO DE UN TEMA COMPLETO CON INCLUSION DE ACTIVIDADES DE INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA

Hemos escogido el *TEMA 5* del actual programa de Física y Química de segundo curso de Bachillerato (*TRABAJO. POTENCIA. ENERGIA*).

No pretendemos el desarrollo global del TEMA, ya que ello limitaría las iniciativas de los profesores. Lo iniciamos con un esquema global del mismo (CUADRO DE INTEGRACION), y explicamos las actividades que se hacen en cada apartado del TEMA con el fin de desarrollarlo y buscar, al mismo tiempo, la INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA.

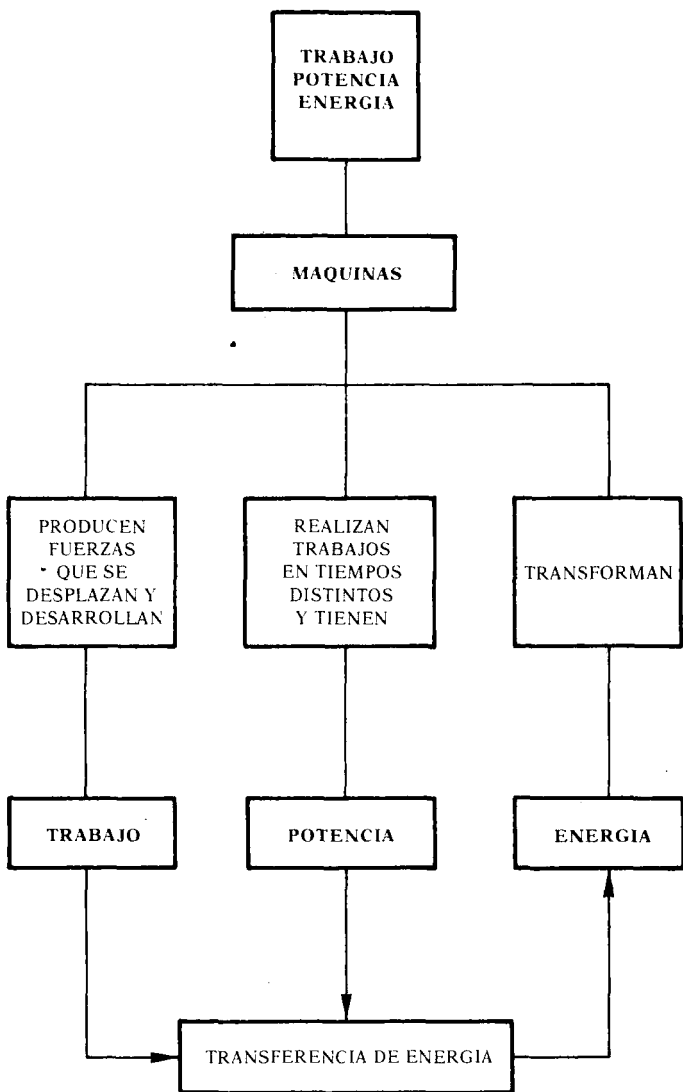
Las fuentes de información utilizadas para el desarrollo del tema son las siguientes:

- Bibliografía general, con preferencia hacia la divulgación científica y técnica.
- Libros de texto.
- Aportaciones de alumnos y profesores.
- Folletos y propaganda de máquinas, aparatos y sistemas.

En cada uno de los apartados de este tema, además de sentar los conceptos, las ideas, las ecuaciones, las leyes, etc., se debe buscar la *proyección* del mismo *hacia el mundo tecnológico actual*.

CUADRO DE INTEGRACION.

Como puede comprobarse en el cuadro que se da a continuación, hemos elegido como *idea central* de este



tema *la MAQUINA*, restringiendo, al principio, su significado, con el fin de que facilite la introducción del concepto de trabajo, al caracterizarla como dispositivo que produce una fuerza que se desplaza y facilita la realización de un trabajo. Al establecer las nociones de potencia y energía, ampliamos el concepto de MAQUINA, refiriéndonos a cualquier tipo de dispositivo:

«La MAQUINA es un dispositivo creado por el hombre para la utilización de las fuerzas de la naturaleza, es un dispositivo que alivia el trabajo físico e intelectual y aumenta la productividad... (1).»

La CIENCIA sienta los *principios* en los que se fundamenta la MAQUINA, la TECNOLOGIA *diseña* el tipo de máquina concreta que ha de utilizarse para resolver una situación también concreta y determinada, *construye* la MAQUINA, la *mantiene*, la *repara*, la *perfecciona*, etc.

Como se recoge en el CUADRO DE INTEGRACION, las MAQUINAS facilitan la *transferencia de energía* de unos tipos a otros: eléctrica en mecánica, calorífica en eléctrica, mecánica en eléctrica, radiante en calorífica, etc.

DESARROLLO DEL TEMA

El desarrollo del tema se ha hecho atendiendo al siguiente esquema simple que damos a continuación:

5.1. TRABAJO:

- Concepto.
- Unidades.
- Aplicaciones.

(1) Muslín, E. (1974): *Máquinas del siglo XX*, Editorial MIR, Moscú.

5.2. POTENCIA:

- Concepto.
- Unidades.
- Aplicaciones.

5.3. ENERGIA:

- Manifestaciones y transformaciones.
- Principio de conservación.

5.4. MAQUINAS:

- Simples.
- Complejas.

ACTIVIDADES DE INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA

Las actividades que reseñamos en este apartado se corresponden con la clasificación de ACTIVIDADES DE INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA, resumidas en el apartado 4.

5.1. TRABAJO

El concepto de *trabajo* se establece mediante la realización de las siguientes actividades:

5.1.1. Aparatos o sistemas en reposo-movimiento:

- Ascensor.
- Vagón de ferrocarril.
- Grúa.

5.1.2. Experiencia de laboratorio.

5.1.3. Pregunta abierta: ejemplos de aparatos sistemas - procesos en los cuales se produce trabajo.

5.1.4. Trabajo bibliográfico: funcionamiento de un ascensor. Producción de trabajo.

5.1.5. Ejercicios y problemas.

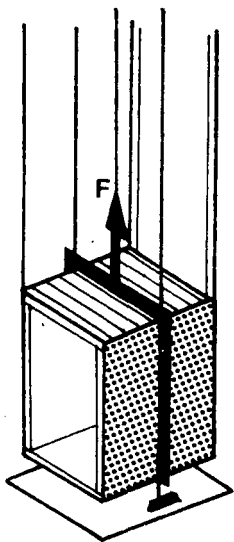
Actividad 5.1.1. Aparatos-sistemas que sirven de apoyo al concepto de trabajo

Como anticipábamos en el resumen de actividades, para reforzar el concepto de trabajo, hemos utilizado un *ascensor*, un vagón de ferrocarril y una grúa. Esquematizamos las situaciones planteadas:

ASCENSOR EN REPOSO

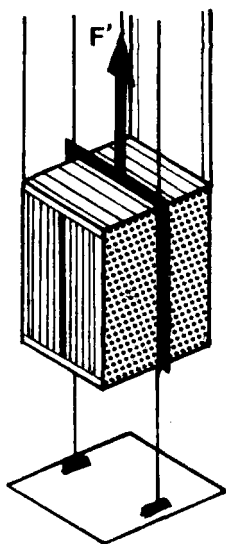
- La fuerza no se desplaza.

NO HAY TRABAJO



ASCENSOR EN MOVIMIENTO

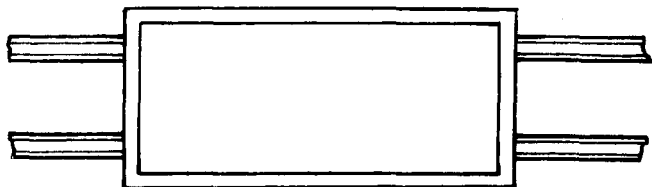
- Hay una fuerza que se desplaza.
- Las direcciones de la fuerza y el desplazamiento coinciden.



SE REALIZA TRABAJO

VAGON EN REPOSO

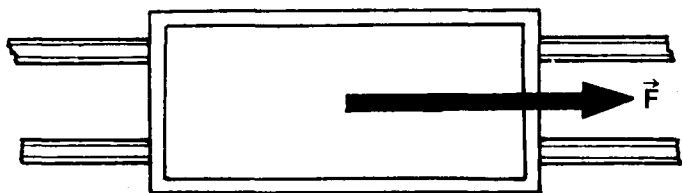
- La fuerza no se desplaza.



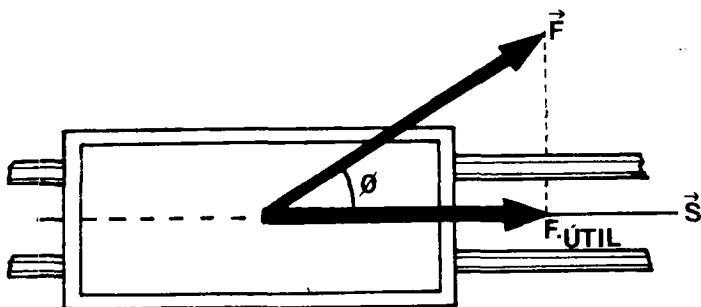
NO HAY TRABAJO

VAGON EN MOVIMIENTO

- Hay una fuerza que se desplaza.



SE REALIZA TRABAJO



Tirando lateralmente del vagón de ferrocarril, sin llegar a volcarlo, se desplaza únicamente en la dirección de la vía.

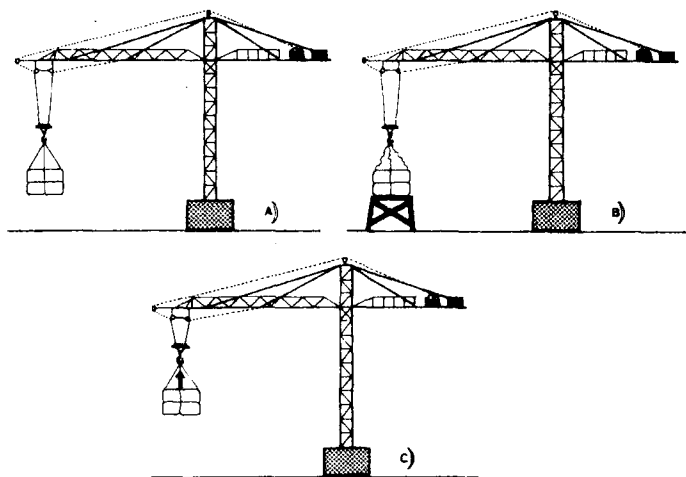
La fuerza que actúa en la dirección del desplazamiento es la única que realiza trabajo: es la **FUERZA UTIL**.

$$F_{\text{util}} = F \cos \emptyset$$

GRUA

Secuencia de figuras:

- a) Grúa sosteniendo un fardo. Cable tenso.
- b) Grúa con el cable flojo. Fardo sostenido por un soporte.
- c) Grúa subiendo el fardo.



En *a)* no se hace trabajo, porque no hay una fuerza que se desplace y no se consume una cantidad determinada de energía. Basta sustituir la grúa por un soporte *b)* y la situación no cambia. El desplazamiento del fardo, al subirlo *c)*, sí supone la realización de un trabajo, ya que hay una fuerza que se desplace, se consume energía (la que hace funcionar la grúa) y no puede sustituirse por un soporte estático como en *b)*.

Actividad 5.1.2. Experiencia de laboratorio

En esta experiencia se calcula el *trabajo* realizado por los alumnos que suben tres cajas desde el suelo hasta la mesa.

MATERIAL

- Tres cajas (hemos utilizado las de los equipos elementales de ENOSA).
- Dinamómetro de 100 N.
- Metro.
- Cronómetros.

REALIZACION

- Se pesa cada una de las cajas utilizando el dinamómetro.
- Se mide la altura desde el suelo a la mesa.
- Se realiza el trabajo.
- Se determina el tiempo que se tarda en hacer el trabajo. (Al establecer el concepto de potencia, utilizaremos este dato.)

La experiencia puede realizarse para toda la clase al mismo tiempo, haciendo que intervengan en las determinaciones de pesos, longitudes y tiempos, un buen número de alumnos, lo cual facilita el cálculo de los valores medios, los errores, etc. También se puede hacer la experiencia en pequeños grupos.

Es conveniente disponer de *resultados de tiempos* de alumnos diferentes, que facilitan la *introducción del concepto de potencia* (el mismo trabajo realizado en diferentes tiempos).

RESULTADOS (obtenidos por un grupo de alumnos de segundo curso)

- Peso medio de cada una de las cajas: 80 Newton.
- Altura media del suelo a la mesa: 0,8 metros.
- Tiempo medio empleado por el alumno A: 9,4 segundos.
- Tiempo medio empleado por el alumno B: 9,2 segundos.

Trabajo realizado por el alumno A para subir las tres cajas:

$$W = f. s. \cos \varnothing$$

$$W_1 = 80 \text{ N} \cdot 0,8 \text{ m} = 64 \text{ julios.}$$

$$W = 3 W_1 = 3 \cdot 64 = 192 \text{ julios.}$$

Trabajo realizado por el alumno B al subir las tres cajas = 192 julios.

Los alumnos A y B realizan el mismo trabajo.

Actividad 5.1.3. Pregunta abierta

«Nombres de aparatos, sistemas y procesos en los cuales se produce trabajo.»

Se dividió la clase en *equipos de trabajo* de cuatro-cinco alumnos y se les dio un tiempo limitado de quince-veinte minutos, al final de los cuales cada grupo tenía que entregar una *relación* con los nombres de aparatos, sistemas o procesos en los cuales se produce trabajo.

Recogemos, a continuación, el *número de ejemplos correctos* aportados por cada uno de los equipos de trabajo y el valor medio de todos ellos, en solamente dos grupos de alumnos:

Número de ejemplos de aparatos, sistemas y procesos que producen trabajo

| EQUIPO | GRUPO | |
|-----------------|-------|-------|
| | 2.º F | 2.º C |
| 1 | 32 | 11 |
| 2 | 15 | 17 |
| 3 | 17 | 9 |
| 4 | 10 | 13 |
| 5 | 8 | 13 |
| 6 | 14 | 11 |
| 7 | 13 | 9 |
| 8 | 21 | 9 |
| 9 | — | 9 |
| Total | 130 | 101 |
| Valor medio . | 16 | 11 |

Las aportaciones de los alumnos constituyen una *larguísima lista de aparatos, sistemas y procesos* en los cuales se produce trabajo. A título de información *recogemos unos pocos de estos ejemplos*:

Ejemplos:

- Llevar una carretilla.
- Hinchar un globo.
- Grúa funcionando.
- Desplazamiento de un coche, de un barco, de un avión, de una apisonadora, de una moto, de un helicóptero, de un submarino...

- Máquina de cine.
- Esquí acuático.
- Escavadora trabajando.
- Subida del agua de un pozo: a mano, con un animal, con un motor eléctrico.
- Circulación de la sangre.
- Subida de un montacargas.
- Desplazamiento de una escalera mecánica.
- Movimiento del teleférico.
- Funcionamiento de una sierra eléctrica.

Como puede comprobarse, hay *ejemplos de todo tipo*: unos relacionados con la técnica; otros, con la biología, con el deporte, con la vida normal, etc. Desde nuestro punto de vista, esto es *enriquecedor*, puesto que *no queremos polarizar el desarrollo del programa de segundo curso proyectándolo exclusivamente hacia la tecnología, sino que buscamos la integración con otras ciencias e incluso la interdisciplinaridad.*

Actividad 5.1.4. Trabajo bibliográfico

a) *De los alumnos*

Se les mandó buscar en la bibliografía información acerca del *funcionamiento de un ascensor actual*. Deben presentar un esquema y una explicación de los fenómenos físicos que hacen posible el funcionamiento del ascensor, todo ello escrito en una o dos páginas.

b) *De los profesores*

Buscamos en la bibliografía, fundamentalmente en los libros de texto y en los libros de divulgación tecno-

lógica (enciclopedias de la técnica), *aparatos, sistemas y procesos que realizan trabajo*. Para recoger la información se emplean fichas, cuyo esquema damos a continuación:

| APARATO, SISTEMA | TEMA EN EL QUE PUEDE INCLUIRSE | INVESTIGADOR | |
|--------------------------|-----------------------------------|--------------|--|
| | | | |
| | | FECHA | |
| REFERENCIA BIBLIOGRAFICA | | | |
| RESUMEN | | | |

En los *libros de texto* se han encontrado una serie de *vehículos* (ascensor, vagón de ferrocarril, automóvil, bicicleta, tren, avión, vagoneta, camión, motocicleta...), a los que se hace referencia en problemas y en teoría, pero de una manera genérica, sin entrar en discusiones y explicaciones de ningún tipo. También figuran algunos *aparatos* (grúa, montacargas, bomba, motor eléctrico, turbina...) y *sistemas* (central eléctrica).

De la *bibliografía de divulgación tecnológica* hemos recogido un buen número de fichas. A modo de ejem-

pló presentamos una SINTESIS DEL MOVIMIENTO (TRANSPORTE):

TRANSPORTE CON VEHICULOS, empleando:

- Automóviles.
- Barcos.
- Aviones.
- Trenes.
- Cohetes.
- Aeronaves.
- Submarinos.
- Ascensores.
- Elevadores.
- Telesillas.
- Remontes.
- Transbordadores.
- Escaleras mecánicas.
- Cintas transportadoras.

A los alumnos se les puede explicar el *funcionamiento* de algunos de ellos (*teleférico, escalera mecánica*), o bien encargar a un grupo que averigüe cómo funciona alguno de ellos para que se lo expliquen a los demás.

TRANSPORTE SIN VEHICULOS:

- Oleoducto.
- Gaseoducto.
- Conducciones de agua.
- Conducción de electricidad.

EL MOVIMIENTO (TRANSPORTE) se produce por diferencia de presión, de tensión, etc.

En este caso puede explicarse el *funcionamiento* de un *oleoducto*.

Actividad 5.1.5. Ejercicios y problemas

Hemos seleccionado de los libros de texto, los problemas más significativos, en cuanto a la clarificación

de conceptos y a su conexión con la tecnología. Nuestro propósito es preparar en el futuro una colección de ejercicios y problemas que se acomoden mejor a los objetivos de la INTEGRACION CIENCIA - TECNOLOGIA.

5.2. POTENCIA

El concepto de *potencia* se establece mediante la realización de las siguientes actividades:

5.2.1. Experiencia de laboratorio.

5.2.2. Trabajo bibliográfico: potencias de algunas máquinas.

5.2.3. Ejercicios y problemas.

Actividad 5.2.1. Experiencia de laboratorio

Se utilizan los datos determinados en el laboratorio en la actividad 5.1.2.

Se relacionan trabajos y tiempos obtenidos experimentalmente y se establece el *concepto de POTENCIA de cada alumno*. El trabajo realizado (en subir las tres cajas a la mesa) es el mismo, pero el tiempo empleado en llevarlo a cabo es distinto, la potencia (relación del trabajo al tiempo) es también distinta.

$$\text{Potencia del alumno A} = \frac{192 \text{ julios}}{9,4 \text{ segundos}} = 20,4 \text{ wátios}$$

$$\text{Potencia del alumno B} = \frac{192 \text{ julios}}{9,2 \text{ segundos}} = 20,9 \text{ wátios}$$

Es una buena ocasión para insistir en la *gran importancia del concepto de POTENCIA desde el punto de vista de la tecnología*, ya que uno de los objetivos que persigue la técnica es, precisamente, el de producir el máximo de trabajo en el mínimo de tiempo.

Actividad 5.2.2. Trabajo bibliográfico

Se ha mandado a los alumnos que recojan, en la bibliografía a su alcance o en las etiquetas de los aparatos que tengan en sus casa, los *valores de las potencias* de diversas máquinas, tanto de las que existen en sus viviendas, como de las industriales, de los vehículos, etcétera.

Los ejemplos aportados por los alumnos ponen de manifiesto la *tendencia* a continuar expresando:

- La potencia *en CV* (caballos de vapor) para los aparatos mecánicos.
- La potencia *en w* (wattios)-*kw* (kilowattios) en los aparatos eléctricos.

La relación de aparatos —con sus correspondientes valores de potencia— que los alumnos han recopilado es superior a cincuenta. Damos, a modo de ejemplo, las potencias de algunos de estos aparatos:

- Locomotora Diesel: 4.000 CV.
- Ciclomotor: 0,8 CV.
- Automóvil Volkswagen «Golf GLD Turbo»: 70 CV.
- Lavadora: 3.300 W.
- Tocabdiscos: 20 W/canal.
- Porta-aeronaves «Príncipe Felipe»: 45.000 CV.

Con esta actividad se pretende que los alumnos se den cuenta que la noción de potencia tiene una importancia práctica extraordinaria y que todos los aparatos técnicos la consignan.

Actividad 5.2.3. Ejercicios y problemas

Los ejercicios y problemas se han enfocado a clarificar el empleo de los dos tipos de unidades *watios (kilowatios)* y *CV*. También se ha dejado bien sentado que el *kilowatio-hora (kwh)* es una unidad de trabajo (*energía*) y no una unidad de potencia.

Complementario con lo que acabamos de exponer, en alguno de los grupos se ha analizado el «*RECIBO DE LA LUZ*», tratando que los alumnos comprendiesen la diferencia entre *potencia instalada*, *energía consumida*, etc. Se incluye el recibo aportado por una alumna del grupo 2.º F, en el que se ha tachado el nombre y la dirección y se ha resaltado el valor de la *potencia* (4.500 watios) y el *consumo* en kilowatios-hora (kwh), 225 kwh en el primer bloque, 585 kwh en el segundo bloque y 3.923 kwh en el tercer bloque.

| FENOSA | | FUERZAS ELECTRICAS DEL NOROESTE.S.A. | | ZONAS (CLAVE Z) | | | | | | | | |
|--|----------------|--------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|---------|----------------------------|--|----------|------|-----------------------------|----------------------|---------------|
| Domicilio Social: LA CORUÑA Inscripción en CIFCO num. 11 C.F.F.A. 15004279 | | 1 LA CORUÑA, Edo. Macías, 2 | | 45 PONTEVEDRA, Sagasía, 6 | | 8 VIGO, P. Compostela, 28 | | | | | | |
| | | 2 FERROL, Frutos Saavedra, 48 | | 6 | | 79 ORENSE, C. Enriquez, 27 | | | | | | |
| | | 3 SANTIAGO, Gra'l. PardoAs | | | | | | | | | | |
| Z | N.º de abonado | Ta. de ab. | NOMBRE Y DIRECCION DEL ABONADO | | | | Potencia | Potencia | | | | |
| 5 | 360211 | A2 | [REDACTED] BP 401-110681 72 401 | | | | 41660 | 4500 | | | | |
| Fecha lectura | Amp. Cont. | Consumo más parte de | * Fra. | Circ. Lim. | Lectura | Consumo kWh | BLOQUES kWh | | | IMPORTE (incluye impuestos) | ALQUILER (euros/mes) | TOTAL PESETAS |
| | | | | | | | 1* | 2* | 3* | | | |
| 110283 | | | | | 57193 | 4733 | 225 | 585 | 3923 | 13928 | 15 | 13943 |
| Este recibo va sin enmiendas ni raspaduras Su pago no presupone haber hecho efectivo los anteriores. En caso de reclamación acompañar este recibo. | | | | | | | Recibo ENTRADA N.º ... Subdirector | | | | | |
| Recepción S.A. (125R) MOD. MECUF. 1 | | | | | | | | | | | | |

5.3. ENERGIA

Se han realizado las siguientes actividades:

5.3.1. Lectura, con el fin de establecer las fuentes primarias de energía y, a partir de ellas, las fuentes transformadas que son más útiles al hombre.

5.3.2. Trabajo con recortes de prensa.

5.3.3. Trabajo bibliográfico.

5.3.4. Visita a instalaciones industriales (central térmica).

5.3.5. Funcionamiento de algunos aparatos, sistemas o procesos con el fin de encontrar en ellos las transformaciones energéticas.

5.3.6. Ejercicios y problemas.

Actividad 5.3.1. Lectura

Se leyeron a los alumnos unos párrafos (2) en los que se hace un recorrido por las distintas *fuentes de energía*, fuentes *primarias* o fuentes existentes en la naturaleza:

- Solar.
- Combustibles.
- Hidráulica.
- Nuclear.
- Eólica.
- Animal.
- El mar.
- Geotérmica.

(2) Fernández Castañón, M.^a L.^a, y Casalderrey García, M. L.: *La energía y sus cambios. Unidad 1. Iniciación a la energía*. (En prensa.)

Luego se pide a los alumnos que pongan ejemplos del aprovechamiento-utilización de cada una de estas fuentes, para llegar a la conclusión de que existen cuatro *FUENTES TRANSFORMADAS DE ENERGIA*, que son más útiles al hombre:

- ENERGIA DE MOVIMIENTO
- ENERGIA CALORIFICA
- ENERGIA ELECTRICA
- ENERGIA RADIANTE

También se ha hecho referencia a los *tratamientos previos* que sufren los materiales procedentes de las fuentes primarias: *refino, trituración, etc.*

Actividad 5.3.2. Trabajo con recortes de prensa

Se mandó a los alumnos que recogiesen en la prensa toda la información relacionada con la energía en el período comprendido entre finales del mes de diciembre de 1982 y enero de 1983. Cada noticia de prensa debería de ir pegada en un hoja de papel, indicando el día y el periódico del que se había tomado. Los alumnos tenían que aportar la noticia entera; sin embargo, nosotros hemos reconstruido con las cabeceras de algunas de las noticias la página que va a continuación, con el fin de que pueda apreciarse la gran variedad de temas aportados por los alumnos.

Actividad 5.3.3. Titulares de prensa relacionados con la ENERGIA

Cursillo sobre
"instalación eléctrica
de edificios"

El viejo Miño, padre de cinco embalses

El proyecto del primer corazón nuclear está muy adelantado

El panorama de Galicia

Trabajo de UNESA sobre "La electricidad en España"

Las centrales nucleares tienen sus residuos almacenados

La fusión térmica nuclear, una fuente de energía ilimitada

Gasolina más barata en Francia por bajar el dólar y el petróleo

ESTRUCTURA DEL CONSUMO ENERGÉTICO (Primer semestre)

| Fuente | 1981 | 1982 |
|-----------------|------|------|
| Petróleo | 62,3 | 64,4 |
| Carbón | 23,2 | 29,4 |
| Hidroeléctricas | 8,7 | 10,1 |
| Nuclear | 2,8 | 2,8 |
| Gas natural | 2,8 | 3,3 |

Llegó el petrolero "Tayira" con 75.000 toneladas de crudo

La Coruña

DE UN CONTRATO PARA EL SUMINISTRO DE CARBÓN ENTRE "FENOSA-U.E." Y LA EMPRESA SUDAFRICANA "GENERAL MINING"

IMITAR A LA ESTRELLA...
TENGA SU PROPIA CENTRAL ELÉCTRICA...
CON ENERGÍA SOLAR

la "luz" sude,
el viento no.

Las eléctricas, entre la luz y la oscuridad

TRIBUNA LIBRE

España compra carbón en Illinois (U. S. A.)

Actividad 5.3.4. Trabajos bibliográficos

A los alumnos que no hicieron el trabajo con recortes de prensa (actividad 5.3.2.) se les encargó un *pequeño trabajo bibliográfico sobre la energía*. Los resultados obtenidos han sido heterogeneos. Algunos se han limitado a reproducir lo que traían sus libros de texto, incluso de cursos anteriores (7.º de EGB). Otros han reproducido lo que aparece en las enciclopedias generales. Unos pocos han hecho un trabajo sobre la energía, modesto, pero bien estructurado y complementado con figuras, fotografías e incluso recortes de prensa.

Una *labor importante del profesor* es la de *seleccionar* dos o tres *trabajos significativos* en cada grupo y comentarlos en clase con el fin de que los demás alumnos puedan beneficiarse de estos resultados. Se buscará en estos trabajos los *ensamblajes* —si existiesen— *con la tecnología con el fin de cubrir los objetivos de la INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA*.

Actividad 5.3.5. Visitas a instalaciones industriales

Desde hace varios cursos, los alumnos de segundo visitan con carácter preceptivo la *fábrica de pasta de celulosa* de la Empresa Nacional de Celulosa, que tiene su factoría en Lourizán, a pocos kilómetros de Pontevedra. Encontramos grandes facilidades para esta visita, encauzándola a través de su Servicio de Relaciones Externas, consiguiendo incluso el abono de los autobuses que se utilizan para el desplazamiento de los alumnos. Dada la proximidad de la fábrica es suficiente con dedicar la tarde a la visita, lo cual repercu-

te escasamente en la alteración de la marcha normal de las clases.

Previamente a la visita, los profesores proporcionamos a los alumnos una *somera información* del proceso de fabricación —que se completa con la proyección de un video y las explicaciones de los especialistas en el momento de la visita—, haciendo referencia a las partes del mismo:

- Parque de maderas y producción de astillas.
- Digestores. Cocción.
- Lavado y blanqueado.
- Secado.
- Procesos de recuperación.
- Vertidos (sólidos, líquidos, gaseosos).

Se constituyen *grupos de 4-5 alumnos* cada uno de los cuales se encargará de redactar un *informe*, posteriormente a la visita, y referido a alguno de los temas que los profesores les sugerimos, o sobre cualquier otro tema que ellos mismos elijan y discutan previamente con su profesor:

- Partes del proceso de fabricación.
- Funcionamiento de un digestor.
- Lavado y blanqueado de la celulosa.
- Productos químicos que se emplean y con qué finalidad.
- Contaminación.
- Controles en el proceso de fabricación.
- La energía en la fábrica, etc.

Antes de iniciar el recorrido por las instalaciones, los *técnicos y especialistas* de CELULOSAS *explican detenidamente el proceso de fabricación* de la pasta de ce-

lulosa y contestan al bombardeo de *preguntas de los alumnos* que solicitan la mayor información para «su tema». En el Servicio de Relaciones Externas de Celulosas —ubicados en la ciudad— completan posteriormente los datos que precisen.

Como puede comprobarse en la lista de temas de trabajo de los alumnos que acabamos de mencionar, figura el de la *ENERGIA EN LA FABRICA*, que es precisamente el que está en relación directa con el tema que ahora nos ocupa (*TRABAJO. POTENCIA. ENERGIA*). El resto de los trabajos se incluyen en el tema 20 del programa de Segundo Curso: «Industrias químicas. Ejemplos.»

Refiriéndonos concretamente al tema de la *ENERGIA EN LA FABRICA*, hemos de hacer notar que existe en ella una pequeña *central térmica*, que funciona quemando *cortezas* de las maderas utilizadas en el proceso de producción, quemando *ligninas* que se han separado de la celulosa en los digestores y completando la combustión con cantidades limitadas de *fuel*. Esta central produce *energía eléctrica* suficiente para autoabastecer la fábrica. A ella se refieren los alumnos en sus informes, poniendo de manifiesto las *transformaciones energéticas* que tienen lugar en el *funcionamiento de la CENTRAL TERMICA*, así como en otras partes del proceso de fabricación de la pasta de celulosa (digestores, secado, ...).

Cada uno de los trabajos se expone en clase por un portavoz del grupo, debido a lo cual la información llega a todos los alumnos. Además se abre un pequeño *debate* aderezado con los comentarios que el profesor considere oportuno realizar en función del grupo que tenga delante, del interés de los alumnos, de la motivación que consiga, etc.

Naturalmente que la discusión de este tema no se agota aquí, sino que se vuelve sobre él en otras partes del programa que están relacionadas con el proceso:

- Energía térmica.
- Estática de fluidos.
- Sonido.
- Electrostática.
- Electromagnetismo.
- Disoluciones.
- Reacciones químicas.
- Industrias químicas.

En las proximidades de otros centros existirán otros tipos de industrias, pero creemos que *el tema de la ENERGIA es factible de plantear, realizar y analizar en cualquier visita a una instalación industrial.*

Actividad 5.3.6. Funcionamiento de algunos aparatos, sistemas o procesos

Empezando por los *procesos* nos referiremos a lo que acabamos de exponer sobre el proceso de fabricación de la pasta de celulosa, que nos da pie para estudiar la producción de energía eléctrica en una *central térmica* y las transformaciones energéticas que tienen lugar en ella. El estudio de la central térmica se completa a lo largo de los temas: *Energía térmica* y *Electromagnetismo* (6.1, 6.2 y 6.4).

Para explicar el funcionamiento de la *Central térmica* nos hemos valido del *esquema* que figura en la *Monografía del proyecto PEAC*, «La enseñanza por el entorno ambiental» (3). Se puede completar con la explicación del funcionamiento de una *central hidro-*

(3) Fernández Castañón, M.^a L.^a, y otros: PEAC. Monografía. *La enseñanza por el entorno ambiental*, 1981, Servicio de Publicaciones del MEC, págs. 139-143.

eléctrica, que también figura en la publicación que acabamos de mencionar.

Otros *aparatos-sistemas*, en los cuales hemos estudiado las transformaciones energéticas que tienen lugar en su funcionamiento, son los siguientes:

- Ascensor.
- Receptor de radio-televisión.
- Frigorífico.
- Automóvil.
- Aspiradora.
- Etc.
- Audífono.

Actividad 5.3.7. Ejercicios y problemas

Como hemos dicho anteriormente en actividades análogas a ésta, se han escogido los ejercicios y problemas más significativos de los libros de texto, en relación con los objetivos de nuestra investigación.

5.4. MAQUINAS SIMPLES

Las actividades desarrolladas en este apartado han sido:

- 5.4.1. Experiencias de laboratorio.
- 5.4.2. Trabajo bibliográfico.
- 5.4.3. Funcionamiento de máquinas complejas, como combinación de máquinas simples.

Actividad 5.4.1. Experiencias de laboratorio

Las experiencias de laboratorio están encaminadas a conocer las características y el funcionamiento de las *máquinas simples* siguientes:

- Palanca.
- Polea.
- Torno.
- Plano inclinado.

La descripción de estas experiencias aparecen en algunos de los libros de texto que citamos en el anexo 7.1 y no las vamos a reproducir aquí. Sin embargo, haremos referencia a *dos hechos significativos* en los que nos gusta insistir:

a) *La utilización preferente de:*

- *Fuerza motriz* en vez de (o al mismo tiempo que) *potencia*;
- *Fuerza resistente* en vez de (o al mismo tiempo que) *resistencia*,

con el fin de evitar confusiones al alumno y poner de manifiesto que son fuerzas y no otra cosa (potencias) lo que se intercambia en las máquinas simples.

b) La determinación experimental del *principio de conservación del trabajo mecánico*, empleando el *plano inclinado* y la descripción de la experiencia que se da en «Física Básica» (4).

Actividad 5.4.2. Trabajo bibliográfico

Se encarga a los alumnos que busquen en la bibliografía *dispositivos en los cuales aparezcan las máquinas simples*, fundamentalmente palancas y poleas. Eso ha permitido confeccionar una lista de cierta amplitud con aparatos que tienen palancas y poleas.

(4) Casalderrey, M. L.: *Física Básica*. Ideas y orientaciones para el profesor. ICE de la Universidad de Santiago, 1982, págs. 78-79.

Actividad 5.4.3. Funcionamiento de máquinas complejas

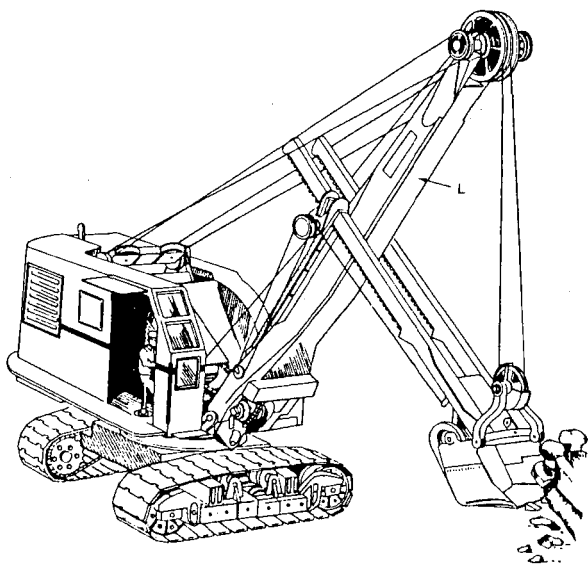
Se explicó a los alumnos que muchas *máquinas complejas* son, en realidad, *combinaciones* de las *máquinas simples* que dábamos en la actividad 5.4.1. Aprovechando la construcción de un pabellón deportivo en el Instituto «Sánchez Cantón», en el que intervenía una máquina *escavadora*, se encargó a los alumnos que observasen —en los recreos— sus evoluciones, tratando de descubrir las *máquinas simples que pudiesen formar parte de la escavadora*. Como complemento a sus observaciones, se les proporcionó la siguiente información (5):

«Una pala mecánica de las que se emplean en una excavación, es un buen ejemplo de una máquina compleja. Una pala escava con una cuchara grande unida a un brazo. El brazo se puede elevar, bajar y mover en cualquier dirección. Los dientes que están fijos en el borde frontal de la cuchara son, en realidad, grandes *cuñas*, que pueden cortar la tierra y las rocas desprendidas. La cuchara de la pala es, en realidad, parte de un sistema de *palanca de tercer género*, porque el esfuerzo para levantar dicha cuchara cargada se ejerce entre la carga y el punto de apoyo. Este esfuerzo para levantar la cuchara se aplica por medio de un *sistema de poleas* que se acopla a un *torno* que se monta sobre o en la cabina (dependiendo del modelo de pala). El brazo de la excavadora es una barra, L, que sube y baja la elevación general del sistema de palanca de tercer género al que está unida la cuchara. Esta barra,

(5) Navarra, J. G., y Zaffaroni, J. (1980): *La enseñanza de las Ciencias Naturales*, Compañía Editorial Continental, S. A., México, páginas 482-483.

o brazo, es en realidad una *palanca de segundo género* porque la carga que levanta es el sistema de palanca de tercer género de la cuchara. El esfuerzo para levantar el brazo se ejerce desde el extremo por medio de otro *sistema de poleas*. El fulcro para este sistema de palanca de segundo género está en el otro extremo, hacia la base de la cabina. La cabina de la pala mecánica puede girar por medio de un sistema de torno.»

Posteriormente se abrió un *debate* en clase con el fin de contrastar sus observaciones, compararlas con la información escrita proporcionada y establecer conclusiones respecto a la idea de máquina compleja.



Una excavadora es un ejemplo de una máquina compleja formada por la asociación de máquinas simples.

6

DESARROLLO DE OTRAS ACTIVIDADES DE INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA

6.1. LOS DISPOSITIVOS TECNICOS RESPONSABLES DE LAS TRANSFORMACIONES ENERGETICAS

Existen una serie de fenómenos, asociados a CAMBIOS ENERGETICOS, que ocurren espontáneamente en la naturaleza y no necesitan de la intervención de la mano del hombre ni de sus máquinas (calentamiento de la superficie de la Tierra por acción del Sol y enfriamiento en su ausencia, caída de graves, función clorofílica, ...), pero la mayoría de las *transformaciones energéticas útiles* al hombre están asociadas a alguna MAQUINA, a algún DISPOSITIVO TECNICO. Sin embargo, en los libros de texto de FISICA y de QUIMICA se habla de las TRANSFORMACIONES ENERGETICAS como si fuese algo que sucediese por arte de magia, como si hubiese un hada, quien con su varita lograse, por ejemplo, que la energía mecánica se transforme en eléctrica en las centrales hidroeléctricas. En los libros no se mencionan para nada los artilugios, los dispositivos, las máquinas que hacen posible esa transformación.

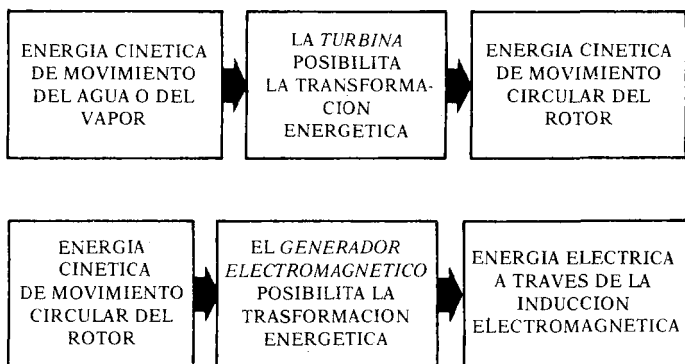
En un acercamiento a la realidad debería llevarse al alumno al conocimiento de aquellos dispositivos que se encargan de proporcionar al hombre y a su civilización energías más útiles o más necesarias.

Vamos a aplicar, a título de ejemplo, estas ideas a las TRANSFORMACIONES ENERGETICAS que ocurren en algunas de las CENTRALES ELECTRICAS.

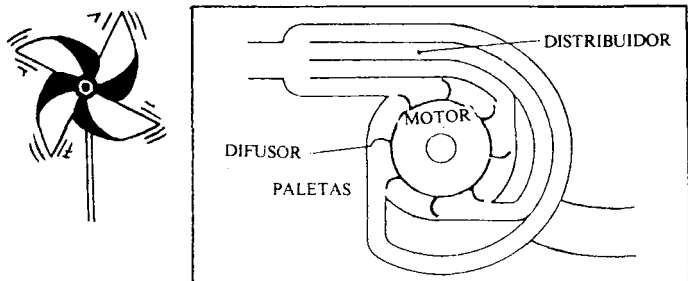
Los dos dispositivos básicos para el funcionamiento de una CENTRAL ELECTRICA convencional son:

- LA TURBINA
- EL GENERADOR ELECTROMAGNETICO (ALTERNADOR)

Ambos son responsables de las transformaciones energéticas siguientes:

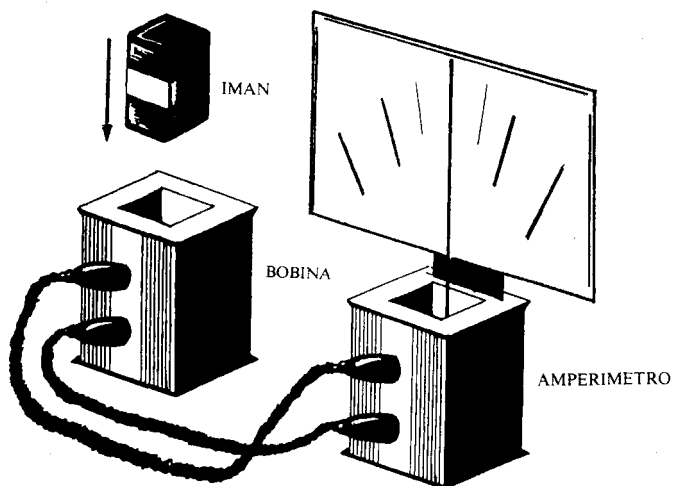


Naturalmetne que no debemos dejarnos deslumbrar por la TECNICA, ni debemos pretender que los alumnos comprendan el funcionamiento de las máquinas siempre a través de las propias máquinas, sino que debemos ayudarles mediante símiles próximos a sus vivencias. Para que comprendan el funcionamiento de la TURBINA debemos recurrir al «molinillo» o «moline-te», que gira impulsado por el viento. Lo mismo ocurre con la turbina que rota impulsada por el agua o por el vapor:



Esquema de turbina hidráulica.

El funcionamiento del *alternador* lo comprenden perfectamente los alumnos sin más que realizar, a escala de laboratorio, la *EXPERIENCIA DE FARADAY*, con el fin de que puedan comprobar cómo se engendran las corrientes inducidas:



Experiencia de Faraday.

Introduciendo el imán en la bobina, o la bobina en el imán, se engendran corrientes inducidas, que pone de manifiesto el amperímetro. El desplazamiento del ROTOR del ALTERNADOR engendra corrientes inducidas en el ESTATOR.

Si analizamos el proceso completo de las TRANSFORMACIONES ENERGETICAS que ocurren en una CENTRAL HIDROELECTRICA y en una CENTRAL TERMICA, podríamos escribir los siguientes esquemas en los que destacamos los DISPOSITIVOS TECNICOS responsables de cada una de las transformaciones energéticas:

CENTRAL HIDROELECTRICA

| TRANSFORMACION ENERGETICA | DISPOSITIVO TECNICO RESPONSABLE |
|--|---|
| Energía potencial del agua embalsada. | Embalse, presa, compuertas. |
| Energía cinética de movimiento del agua. | Tuberías de conducción desde la presa a la turbina. |
| Energía cinética de rotación del eje de la turbina. | Turbina. |
| Energía cinética de rotación del rotor del generador. | Acoplamiento eje de la turbina-eje del generador. |
| Energía eléctrica engendrada por corrientes inducidas. | Alternador. |

CENTRAL TERMICA

| TRANSFORMACION ENERGETICA | DISPOSITIVO TECNICO RESPONSABLE |
|--|------------------------------------|
| Energía térmica de la combustión. | Soplantes, quemadores. |
| Energía cinética de movimiento de las partículas de vapor de agua. | Caldera, generador de vapor. |
| Energía cinética de rotación del eje de la turbina. | Turbina. |
| Continúa igual que en la central hidroeléctrica. | |

6.2. LA TRANSMISION DE ENERGIA EN FORMA DE CALOR Y LA TECNOLOGIA

El tema del CALOR está íntimamente relacionado con la TECNOLOGIA, tanto en la producción de temperaturas elevadas como en la transmisión de energía en forma de calor, así como en el aislamiento para evitar pérdidas de energía. Por ello hay que huir de un planteamiento exclusivamente teórico del tema e incluso de un desarrollo solamente a escala de laboratorio, para llevar el tema del CALOR por los caminos de la TECNICA, a través de ACTIVIDADES como las que exponemos a continuación del análisis del concepto de calor.

6.2.1. El concepto de calor

Vamos a aprovechar esta oportunidad para insistir en el concepto de CALOR que, a veces, aparece distorsionado en los textos (1).

El CALOR es un mecanismo de transmisión de la energía, de la misma forma que lo son el TRABAJO y la ENERGIA RADIANTE.

Hoy se admite la existencia de *dos tipos* de ENERGIA:

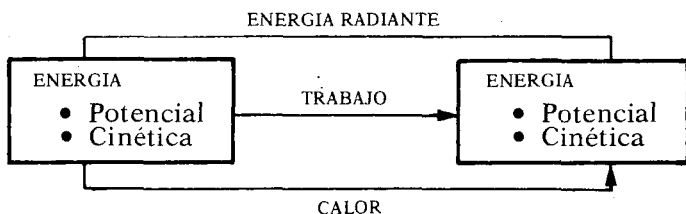
- ENERGIA CINETICA, debida al movimiento.
- ENERGIA POTENCIAL, debida a las interacciones.

A nivel elemental siguen siendo válidas las *clasificaciones* de la ENERGIA en función de sus orígenes (SOLAR, HIDRAULICA, EOLICA, GEOTERMICA, NUCLEAR, ANIMAL) o de sus transformaciones (ELECTRICA, TERMICA, DE MOVIMIENTO, RADIANTE).

Todas las manifestaciones energéticas son, en realidad, acumulaciones de ENERGIA CINETICA y/o POTENCIAL o MECANISMOS de TRANSMISION DE LA ENERGIA (trabajo, calor, energía radiante). Resumimos todo ello a continuación.

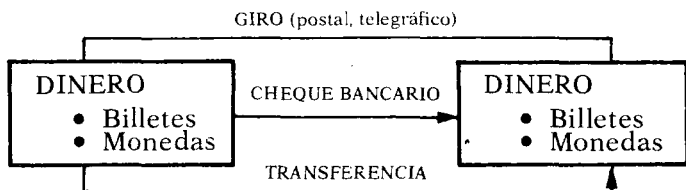
(1) Casalderrey García, M. L.: a) *El calor: una idea de integración en Ciencias*. «Revista de Bachillerato», núm. 16, 1980. b) *El calor, un "mecanismo" de transmisión de la energía*. «Ciencias, revista de Enseñanza», núm. 1, enero 1984. Santiago de Compostela.

MECANISMOS DE TRANSMISION DE ENERGIA (Energía en tránsito)



La comprensión del esquema se hace más asequible si se acompaña del *símil* siguiente:

MECANISMOS DE TRANSMISION DE DINERO (Dinero en tránsito)



El DINERO se presenta actualmente en dos formas: BILLETES y MONEDAS. Existen varios mecanismos de TRANSMISION de dinero (que no son realmente dinero en efectivo). Acabamos de señalar algunos de ellos (giro, cheque, transferencia). Esto es equivalente a lo que sucede con la ENERGIA, que se presenta como ENERGIA POTENCIAL y ENERGIA CI-

NETICA y dispone de varios mecanismos para su TRANSMISION: TRABAJO, CALOR y ENERGIA RADIANTE.

En su «caminar», los cheques, los giros y las transferencias permiten la adquisición de bienes, de servicios, de alimentos, de ropas, etc. De igual modo, el «caminar» de las energías en tránsito (TRABAJO, CALOR, ENERGIA RADIANTE) hace posible el movimiento de máquinas, incrementa el bienestar, transforma los alimentos, permite ver, oír y ser oído, provoca nuevos tránsitos de energía, etc.

En consecuencia:

EL CALOR ES UN MECANISMO DE TRANSMISION DE LA ENERGIA.

Todos los procesos de TRANSMISION de ENERGIA en forma de CALOR empiezan por generar un foco de temperatura superior (FOCO CALIENTE) a la temperatura del receptor de la energía (FOCO FRIO).

Todos los procesos de TRANSMISION de ENERGIA en forma de CALOR empiezan por generar un foco de temperatura superior (FOCO CALIENTE) a la temperatura del receptor de la energía (FOCO FRIO).

La ELEVACION DE LA TEMPERATURA puede conseguirse por varios procedimientos:

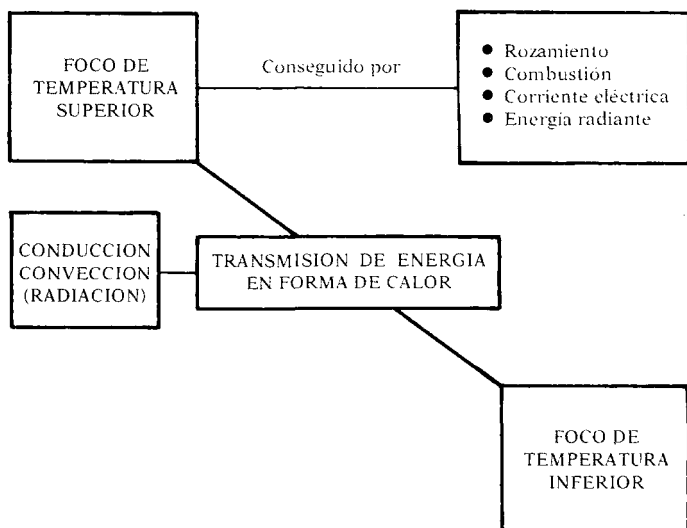
- Rozamiento.
- Combustión
- Corriente eléctrica.
- Energía radiante.
- Presión.
- Etc.

Estos procedimientos no son, estrictamente, mecanismos de producción de CALOR, ya que, como acaba-

mos de decir, el CALOR es un fenómeno espontáneo que se produce en cuanto dos sistemas o porciones de sistemas, de DIFERENTE TEMPERATURA, encuentran las condiciones favorables para que se produzca esa transmisión. En consecuencia:

La fricción, la combustión, la corriente eléctrica, etcétera, son procedimientos que están destinados a conseguir focos de TEMPERATURA SUPERIOR al ambiente, con el fin de hacer posible la primera condición —DIFERENCIA DE TEMPERATURAS— para que se produzca la TRANSMISION DE ENERGIA EN FORMA DE CALOR.

Resumimos en forma esquemática lo que acabamos de decir, incluyendo los mecanismos que explican la transmisión de energía en forma de CALOR:



6.2.2. Consecución de focos de temperatura elevada

Acabamos de ver que la TRANSMISION de energía en forma de CALOR se inicia con la generación de un foco de temperatura superior (FOCO CALIENTE) al receptor de la energía (FOCO FRIO). Vamos a esbozar algunos aspectos TECNICOS relacionados con la *producción de focos de temperatura elevada por medio de:*

- COMBUSTIONES.
- LA CORRIENTE ELECTRICA.

a. Combustiones

Además de explicar a los alumnos que la COMBUSTION es una REACCION QUIMICA, un proceso químico, en el cual se produce la transformación de unas sustancias en otras y se desprende gran cantidad de energía, es conveniente considerar algunos *aspectos técnicos relacionados con las combustiones:*

a.1. Tipos de combustibles

SOLIDOS

- Leña.
- Carbón mineral.
- Carbón vegetal.
- Coque.

LIQUIDOS

- Derivados del petróleo:
 - Gasolina.
 - Gasoil.
 - Queroseno.
- Alcoholes.

GASES

- Butano.
- Propano.
- Gas de hulla.
- Gas natural.

Es interesante comentar con los alumnos el hecho de que algunos de estos COMBUSTIBLES han de someterse a *TRATAMIENTOS PREVIOS* a su utilización, tales como:

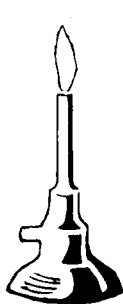
- Secado.
- Trituración.
- Destilación simple o fraccionada.
- Refinado.
- Purificación.
- Etc.

a.2. *Dispositivos para la combustión*

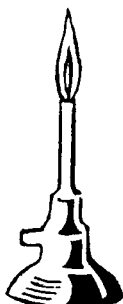
Los DISPOSITIVOS TECNICOS DE LA COMBUSTION tienen como misión principal la de propiciar la mezcla del combustible y del oxígeno (generalmente aire), necesarios para elevar el rendimiento al máximo a través de la combustión completa del combustible.

La *aproximación a escala de LABORATORIO* a este tema de interés INDUSTRIAL puede hacerse a través del *MANEJO DEL MECHERO BUNSEN*, modificando la entrada de aire hasta conseguir una llama, cuyas características permiten saber que la combustión es prácticamente completa:

a) Si la llama es amarilla y flamea, la combustión es incompleta y la temperatura que se alcanza es relativamente baja.



a)

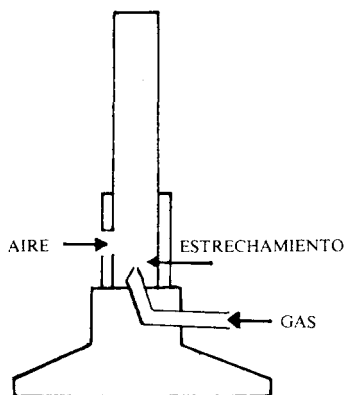


b)

b) La llama es azul y aparecen en su seno dos conos concéntricos, la combustión es prácticamente completa y se alcanzan temperaturas del orden de los 1.000 °C.

Debe *desmontarse el mechero* con el fin de que los alumnos vean el estrecho orificio por el que ha de salir el gas. La disminución de presión que se produce (*EFEECTO VENTURI*) provoca el *movimiento del aire hacia la salida del combustible* y favorece la combustión. En las grandes combustiones industriales es necesario recurrir a *SOPLANTES (grandes ventiladores)* que arrastran el aire a las zonas de combustión.

Un complemento importante para el conocimiento de los dispositivos de la combustión está en las vivencias del alumno en relación con este tema. La *combustión de sólidos* necesita *CHIMENEAS* que, si el tiro es bueno, producen el aporte de aire necesario para una buena combustión. La *combustión de fuel en la caldera de calefacción del centro educativo* puede servir como



excelente muestra para conocer la *combustión de líquidos*. Los *quemadores de gas* de la cocina de su vivienda o del calentador de agua pueden complementar excelentemente el estudio que se ha hecho, a escala de laboratorio, de la combustión con mechero Bunsen.

A *escala industrial* son dos los **SISTEMAS BASICOS** en los que se *realizan las combustiones*:

- **HORNO**: La energía térmica producida se utiliza directamente.
- **CALDERA**: La energía térmica producida se transmite a través de un fluido (agua, aire, aceite).

Otros dispositivos importantes para efectuar combustiones son:

- **MOTORES DE EXPLOSION** empleados en el movimiento de automóviles, motos, etc.

- *MOTORES A REACCION Y COHETES*, empleados en el desplazamiento de aviones y de naves espaciales.

De estos dos últimos nos ocuparemos en el apartado siguiente (6.2.3).

a.3. *Poder calorífico*

Es un dato que se utiliza en la TECNICA con el fin de conocer:

La máxima cantidad de energía térmica que puede suministrar la combustión completa de 1 kg de combustible.

Damos a continuación una *TABLA* que contiene los *PODERES CALORIFICOS* de algunos *COMBUSTIBLES*. Cuando se trata de gases, la cantidad de energía se refiere al *metro cúbico* en vez de al kilogramo. Los valores de los líquidos pueden referirse a la masa (kg) o al volumen (m^3). Como los valores de las *ENERGIAS DE COMBUSTION* son extraordinariamente grandes, suelen expresarse en megajulios (MJ):

$$1 \text{ MJ} = 10^6 \text{ julios}$$

Utilizando los *DATOS* de esta *TABLA* pueden hacerse *ejercicios* relacionados con la *cantidad de energía* suministrada por distintas *cantidades* de un mismo *combustible* o por cantidades iguales de distintos combustibles. Para los cálculos deben emplearse *DATOS DE RENDIMIENTO* con el fin de acercar el alumno a la *REALIDAD DE LA TECNICA*.

TABLA DE PODERES CALORIFICOS

| COMBUSTIBLE | ENERGIA DE COMBUSTION | |
|------------------------------|-----------------------|-------------------|
| | MJ/kg | MJ/m ³ |
| Gasolina | 44,0 | 31.425 |
| Queroseno | 42,7 | 33.101 |
| Fuel | 42,7 | 36.453 |
| Gasóleo | 40,1 | 38.548 |
| Antracita | 31,4 | — |
| Hulla | 25,1-31,4 | — |
| Coque | 25,1-29,3 | — |
| Carbón de leña | 29,3-33,5 | 4.190-8.380 |
| Leña (25 % de humedad) | 12,6-13,4 | 5.028-6.285 |
| Gas natural | — | 40 |
| Gas ciudad | — | 19 |
| Gas de horno alto | — | 4 |
| Gas butano | — | 3.391 |
| Gas propano | — | 2.615 |

a.4. Aplicaciones de las combustiones

Este apartado debe ser objeto de una pregunta abierta (PREGUNTA DIVERGENTE) formulada a toda la clase y que puede plantearse como trabajo individual o en grupo. Los resultados deben analizarse conjuntamente con todos los alumnos. Entre las aplicaciones de las combustiones podemos señalar las siguientes:

- Preparación de alimentos.
- Calefacción de agua sanitaria.
- Calefacción de viviendas.
- Eliminación de malezas y rastrojos.
- Producción de vapor de agua en máquinas de vapor y en centrales térmicas.

- Funcionamiento de motores de explosión, turbo-reactores y cohetes.
- Fabricación de pan.
- Producción de carbón vegetal.

b. *Corriente eléctrica*

El paso de la corriente eléctrica a través de conductores y de resistencias eléctricas produce elevaciones de temperatura. A este fenómeno se le conoce como *EFEECTO JOULE*. La cantidad de *ENERGIA TÉRMICA desprendida* está relacionada con el valor de la *RESISTENCIA ELECTRICA* y con la *INTENSIDAD DE LA CORRIENTE ELECTRICA* a través de la expresión:

$$Q = I^2 R t$$

Q: *Energía térmica* (Julios).

I: *Intensidad de la corriente* (Amperios).

R: *Resistencia eléctrica* (Ohmios).

t: *Tiempo* (segundos).

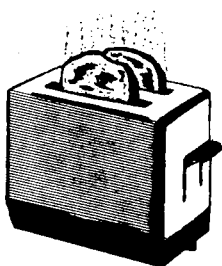
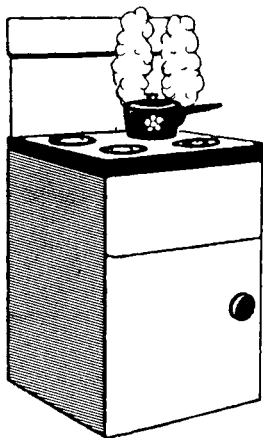
Las *aplicaciones* del *EFEECTO JOULE* para producir *ELEVACIONES DE TEMPERATURA* son conocidas de los alumnos. Es suficiente con plantearles una *pregunta abierta* (DIVERGENTE) para que ellos encuentren un buen número de aparatos en los cuales la *CORRIENTE ELECTRICA produce elevaciones de temperatura* y, como consecuencia, transmisión de energía en forma de CALOR.

Entre estos aparatos podemos citar los siguientes:

- | | |
|-------------|---------------|
| • Plancha. | • Radiador. |
| • Hornillo. | • Calentador. |
| • Placa. | • Lavadora. |

- Lavavajillas.
- Secador de pelo.
- Secadora.
- Horno.
- Cocina.

- Brasero.
- Soldador.
- Tostador.
- Cafetera.



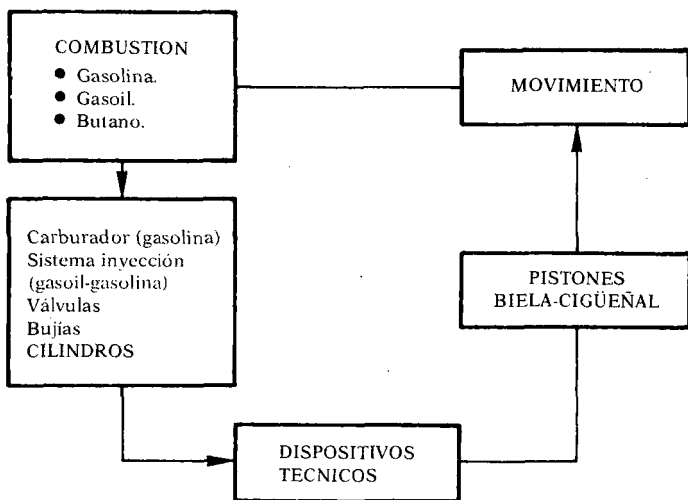
6.2.3. Máquinas térmicas

Las MAQUINAS TERMICAS que veremos en este apartado podrían englobarse dentro del epígrafe 6.3, los generadores de movimiento, pero hemos creído más conveniente desarrollarlas aquí, dentro del tema de CALOR. Las máquinas que vamos a estudiar *transforman la ENERGIA TERMICA en ENERGIA CINETICA (de MOVIMIENTO)* y se llaman genéricamente *MOTORES*. Los principales tipos de MAQUINAS TERMICAS son:

- a) MOTORES DE COMBUSTION INTERNA.
- b) MAQUINAS DE VAPOR.
- c) MOTORES A REACCION.
- d) COHETES.

a) *Motores de combustión interna*

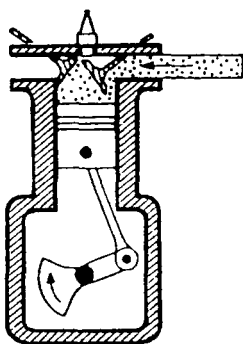
La combustión del combustible (gasolina, gasoil) se produce en el *interior* de unos cilindros (COMBUSTION INTERNA) y el movimiento de los pistones se transmite —generalmente— por el sistema BIELA-CIGÜEÑAL y otras series de mecanismos adecuados, a las ruedas:



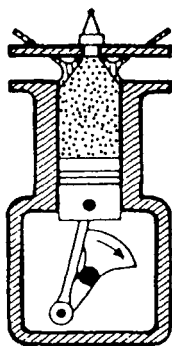
Los *MOTORES DE COMBUSTION INTERNA* pueden ser:

- Motor de cuatro tiempos (gasolina).
- Motor de cuatro tiempos (gasoil).
- Motor de dos tiempos.
- Motor Wankel (rotatorio).

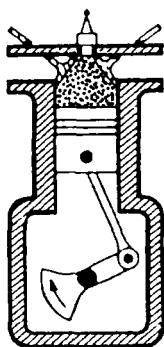
Vamos a hacer una somera descripción del funcionamiento del *MOTOR de cuatro tiempos*, apoyándonos en la figura siguiente:



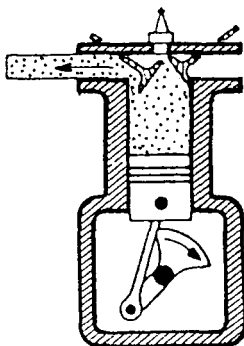
Admisión



Compresión



Explosión-expansión



Escape

ADMISION: Se abre la válvula de admisión (parte superior derecha) para permitir el paso al cilindro de la mezcla de aire-gasolina procedente del CARBURADOR. EL PISTON SE DESPLAZA A LO LARGO DEL CI-

LINDRO, de tal modo que aumenta la capacidad de éste, que va siendo ocupada por la mezcla de aire-gasolina que entra en el mismo.

COMPRESION: Se cierra la VALVULA DE ADMISION. Con las dos válvulas cerradas, el pistón (EMBOLO) se desplaza en sentido contrario a como lo ha hecho anteriormente, es decir, disminuyendo el volumen de la mezcla de aire-gasolina encerrada en el cilindro.

EXPLOSION-EXPANSION: En el momento en que el volumen es mínimo, se inflama la mezcla de aire-gasolina (EXPLOSION), por medio de la chispa que salta de la bujía (parte central superior). Como consecuencia de la presión generada por los gases resultantes de la EXPLOSION, se produce el desplazamiento del émbolo (PISTON), constituyendo la parte que se llama EXPANSION.

ESCAPE: El cuarto tiempo se inicia en el momento en que se abre la VALVULA DE ESCAPE (parte superior izquierda) y el PISTON recorre el cilindro en el sentido de disminuir el volumen, contribuyendo así a la expulsión (ESCAPE) de los gases resultantes de la combustión.

Las *explicaciones de los CUATRO TIEMPOS DEL MOTOR* las comprenden mejor los alumnos si se hacen sobre:

- Maquetas móviles.
- Secciones de motores.

No incluimos aquí las descripciones del resto de los motores, que pueden encontrarse en cualquier libro de divulgación o enciclopedia. Puede encargarse a los alumnos más interesados en el tema que busquen

información y expliquen a los demás compañeros el funcionamiento de algunos de los motores que aquí solamente se han nombrado.

ACTIVIDADES relacionadas con los motores de explosión son múltiples. Sugerimos algunas a continuación:

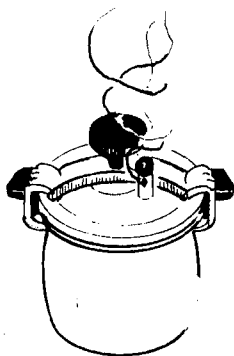
- Tipos de acoplamientos de los cilindros (cuatro cilindros en línea, ocho cilindros en «UVE», dos grupos de cuatro cilindros inclinados formando ángulo, etc.).
- Estudio del carburador.
- ¿Cuál es la misión del árbol de levas?
- ¿Qué son los motores turbo?
- ¿En qué se diferencia la gasolina súper de la normal?

b) *Máquina de vapor*

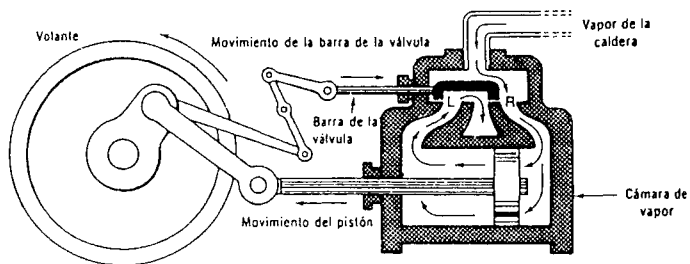
La MAQUINA DE VAPOR utiliza la expansión del vapor de agua a presión y temperatura elevadas para producir movimiento.

La comprobación a escala de laboratorio de que el vapor de agua produce movimiento puede realizarse poniendo agua en una tartera, tapándola y calentándola hasta que hierva (véase figura).

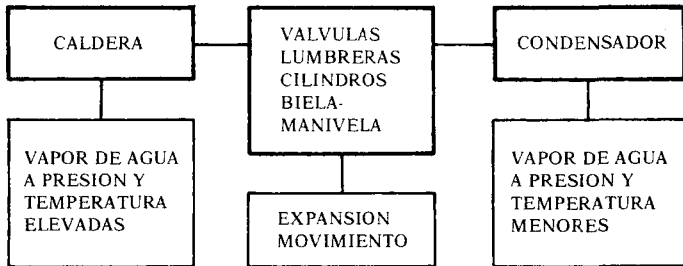
En el momento en que empieza a hervir, la tapadera se mueve a consecuencia de la salida del vapor. Lo mismo sucede cuando el vapor hace girar la válvula de la olla exprés. Esto mismo ocurre en el funcionamiento de la MAQUINA DE VAPOR y en la TURBINA DE VAPOR.



Estudiemus esquemáticamente las características de la MAQUINA DE VAPOR y los dispositivos responsables de su funcionamiento correcto:



DISPOSITIVO TECNICO



En la CALDERA, como hemos dicho anteriormente (6.3.2.a.2), se genera VAPOR DE ALTA PRESION, que, al expandirse a través de la VALVULA de corredera, LUMBRERAS (de admisión y escape), origina el movimiento de los PISTONES de los CILINDROS, que se comunica a la rueda a través del sistema BIELA-MANIVELA.

c) Motores a reacción

El estudio de los MOTORES A REACCION puede comenzarse con la revisión del TERCER PRINCIPIO DE LA MECANICA DE NEWTON, o PRINCIPIO DE ACCION Y REACCION:

«Si un cuerpo A ejerce una fuerza (\vec{F}_{AB}) sobre otro cuerpo B, éste ejerce sobre A una fuerza igual y de sentido contrario (\vec{F}_{BA}):

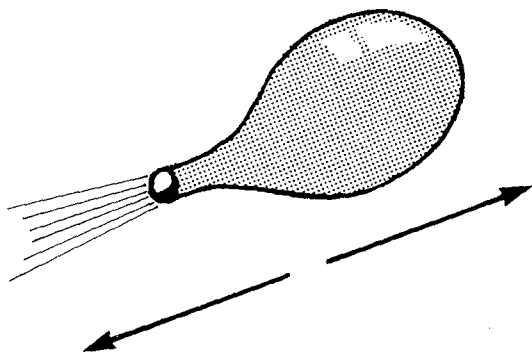


de tal manera que podemos escribir que

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$$

EL PRINCIPIO DE ACCION Y REACCION se puede ilustrar en clase mediante la realización de EXPERIENCIAS SENCILLAS, tales como:

- Inflar un globo y dejarlo en libertad.
- Empujar una pared apoyando los pies en el suelo (no se manifiesta la fuerza de reacción debido al rozamiento). Empujarla nuevamente, apoyando los pies en una plataforma móvil (patines). Se pone de manifiesto la FUERZA de REACCION.

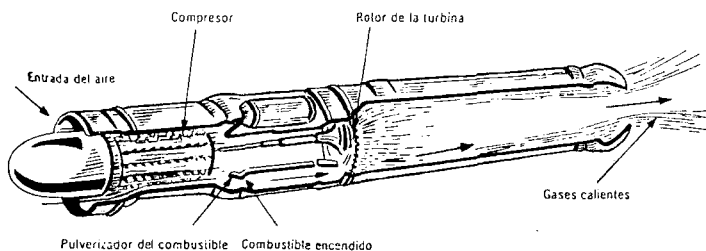


Al empujar la pared montado en los patines (ACCIÓN) se produce un desplazamiento hacia atrás (REACCIÓN). Al dejar en libertad el globo inflado, la salida de los gases (ACCIÓN) provoca el desplazamiento del globo en sentido contrario (REACCIÓN).

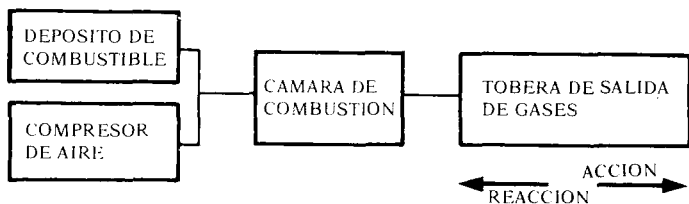
Así funcionan los COHETES DE FERIA, que suben en las noches festivas para avisarnos con su ruido del acontecimiento o para llenar nuestras pupilas de sus múltiples luces de colores.

Una cosa parecida sucede con el funcionamiento de los MOTORES A REACCIÓN:

La salida de los gases a elevada velocidad a través de la tobera provoca el desplazamiento del avión en sentido contrario:



El esquema de su funcionamiento es el siguiente:



Entre las *ACTIVIDADES RELACIONADAS CON ESTE TEMA* pueden citarse las siguientes, todas ellas referidas a la *AVIACION*:

- Tipos de motores (turborreactores, estatorreactores, turbohélices...).
- Potencias, velocidades de los aviones.
- Elementos de control y seguridad.

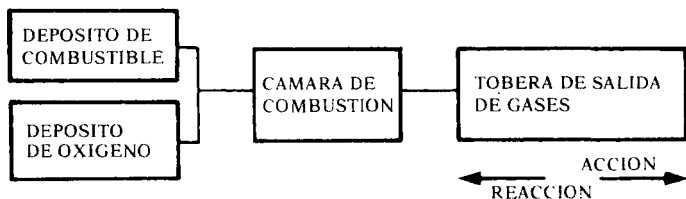
d) *Cohetes*

Los COHETES tienen el mismo fundamento que los motores a reacción. La tremenda velocidad de salida de los gases provoca el impulso del cohete en sentido contrario. La diferencia entre los MOTORES A REACCION y los COHETES está en que:

Los COHETES llevan almacenado en su interior, además del combustible, el oxígeno necesario para la combustión. De esta forma pueden desplazarse fuera de la atmósfera terrestre.

Los COHETES necesitan un complejo mecanismo constituido por *BOMBAS* y *SISTEMAS DE CONTROL*, que inyectan el *COMBUSTIBLE* y el *OXIGENO* en las proporciones adecuadas para que se produzca el *DESPEGUE DEL COHETE* y alcance la altura señalada en la misión encomendada.

El *esquema de funcionamiento de un COHETE* sería el siguiente:



El estudio de los COHETES se presta a adentrarse profundamente en el mundo de la *TECNOLOGIA DE ALTA ESPECIALIZACION*, que ha hecho posible la fabricación de los COHETES; los viajes a la LUNA; las sondas a MARTE, a VENUS, a SATURNO; los SATELITES ARTIFICIALES, etc.

Como *ACTIVIDADES RELACIONADAS CON ESTE TEMA* se pueden proponer a los alumnos los siguientes *TRABAJOS BIBLIOGRAFICOS*:

- Características de los combustibles empleados.
- Partes de un cohete.
- Principales vuelos tripulados.
- Estado actual de la Astronáutica.
- Las estaciones orbitales.
- El Columbia y la Challenger.
- Los satélites de comunicaciones.
- Los satélites meteorológicos.
- Etc.

Si durante el curso se produce el lanzamiento de alguna nave espacial, los alumnos pueden hacer un *TRABAJO CON RECORTES DE PRENSA* en el que figuren:

- Las características de la nave.
- El sistema de lanzamiento.
- La formación de la tripulación.
- Las experiencias realizadas.
- El tipo de aterrizaje.
- Beneficios que pueden derivarse del viaje.
- Etc.

Las *principales características* de la misión espacial deben *analizarse en una sesión de clase* en la que participan todos los alumnos.

6.2.4. Procesos industriales en los que se emplea energía térmica

La mayor parte de los procesos industriales están, de una forma u otra, ligados a la producción de energía térmica.

Este apartado puede abordarse como una pregunta abierta (DIVERGENTE) planteada a los alumnos:

ACTIVIDAD

- Procesos industriales que conocen los alumnos y fases de los mismos en los que se emplea ENERGÍA TÉRMICA.

Como resultados de la puesta en práctica de esta ACTIVIDAD recogemos, entre otros, los siguientes datos:

| PROCESO INDUSTRIAL | FASES EN LAS QUE SE EMPLEA ENERGÍA TÉRMICA |
|---|--|
| Fabricación de pasta de celulosa papel. | En los «digestores» y en el secado de la pasta. |
| Fabricación de hierro-acero. | Procesos de reducción (altos hornos), en los hornos de coque y en los convertidores. |
| Forja. | Incandescencia. |
| Fábricas de cerámica. | Calcinación y cocido. |
| Fábricas de vidrio. | Calcinación y moldeado. |
| Refinerías de petróleo. | Destilación fraccionada y refinado. |
| Fabricación de licores. | Destilación. |
| Fábrica de cemento. | Calcinación de la mezcla de calizas y arcillas. |
| Fabricación de ácido nítrico. | Durante la actuación de los catalizadores. |
| Central termoeléctrica. | Producción de vapor. |
| Central lechera. | Pasteurización, esterilización. |
| Fábrica de conservas. | Cocido, esterilización. |
| Fábrica de cerveza. | Secado de la cebada, cocción del mosto. |

Este trabajo permitirá:

- Aproximar al alumno al mundo de la INDUSTRIA y, por tanto, de la TECNICA.
- Refrendar la importancia que tiene la ENERGIA TERMICA en el mundo de la TECNICA.

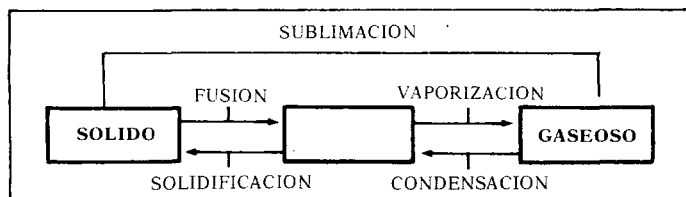
La ACTIVIDAD se debe completar con la VISITA A UNA INSTALACION INDUSTRIAL, tal y como se recoge en el apartado 5, con el fin de que los alumnos comprueben en la REALIDAD las aplicaciones de la ENERGIA TERMICA en alguna de las fases del proceso de fabricación.

6.2.5. Los cambios de estado y la liofilización

El estudio de la LIOFILIZACION es un botón de muestra de las muchas cosas que se pueden hacer en ese intento de aproximación entre la CIENCIA y la TECNOLOGIA.

Es perfectamente conocido que uno de los efectos que se derivan de la elevación de la temperatura es el de los CAMBIOS DE ESTADO.

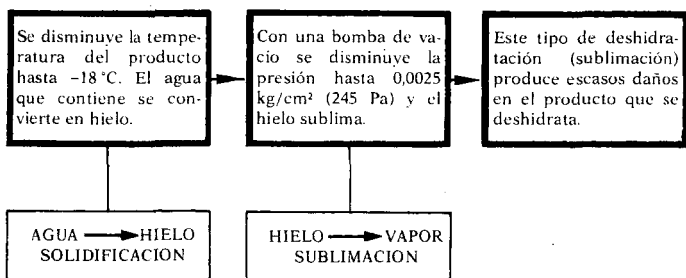
Además del clásico cuadro en el que aparecen resumidos los CAMBIOS DE ESTADO, se puede estudiar la liofilización, que es un importante proceso relacionado con los CAMBIOS DE ESTADO:



La *LIOFILIZACION* tiene una importancia grande en la fabricación de algunos productos, tales como:

- Cafés solubles.
- Medicamentos.
- Bebidas.

La *LIOFILIZACION* se lleva a cabo a través de las siguientes *etapas*:



Los *productos* que se obtienen de la *LIOFILIZACION* son *porosos* y, por tanto, *se rehidratan fácilmente* (café soluble, medicamentos que se disuelven perfectamente).

6.2.6. La producción de bajas temperaturas

La importancia de la obtención de **BAJAS TEMPERATURAS** (del frío) es extraordinariamente grande en la civilización actual. Existe una extensa *red de frío* que

subyace en la distribución de los alimentos perecederos y además una «moda» de ingerir *bebidas frías* o enfriadas por cubitos de hielo. Vamos a ocuparnos ahora de las principales máquinas productoras de frío, aunque luego haremos referencia a otros aspectos.

a) *Frigoríficos y congeladores*

Los FRIGORIFICOS Y LOS CONGELADORES son las dos máquinas que más frecuentemente se usan en la producción de frío, es decir, para obtención de bajas temperaturas.

Vamos a referirnos a los *PROCESOS FISICOS* en los que se basa el funcionamiento de un *FRIGORIFICO* y los *dispositivos técnicos* que intervienen en la consecución de **BAJAS TEMPERATURAS**.

FUNCIONAMIENTO DEL FRIGORIFICO

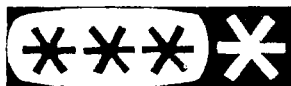
| C O N D E N S A C I O N | PRINCIPIOS FISICOS | DISPOSITIVOS TECNICOS |
|--|--|---|
| | Aumento de la presión de un gas. | MOTOR-COMPRESOR, CONDENSADOR |
| | Acercamiento de las partículas. Disminución de la temperatura. | El motor-compresor hace circular el refrigerante (gas-liquido). El compresor aumenta la presión del gas provocando el acercamiento de partículas que lo constituyen y elevando su temperatura. Actúa de forma parecida al bombín De una bicicleta. |
| | Paso de gas a liquido (1). | El condensador disminuye la temperatura del gas comprimido, contribuyendo así a su transformación en liquido. |

| V A P O R I Z A C I O N | PRINCIPIOS FISICOS | DISPOSITIVO TECNICO |
|--|---|---|
| | <p>El liquido se expande y se transforma de nuevo en gas.</p> <p>Absorbe energía térmica del interior del frigorífico, haciendo que disminuya la temperatura (2).</p> | <p>EVAPORADOR: formado por una red de tubos que facilitan la absorción de energía térmica del interior del frigorífico y la subsiguiente disminución de la temperatura.</p> |

(1) Solamente es posible *pasar de gas a líquido por aumento de presión*, en aquellos gases en los que la *temperatura crítica está por debajo de la temperatura ambiente*.

(2) La acción de enfriamiento por evaporación, pueden comprenderla fácilmente los alumnos si depositan una pequeña cantidad de algún *líquido volátil* (alcohol, colonia, acetona...) en la *mano* y dejan que *se evapore*. La sensación de frescor en la mano se debe al enfriamiento de la misma por absorción de la energía térmica necesaria para producir el cambio de estado.

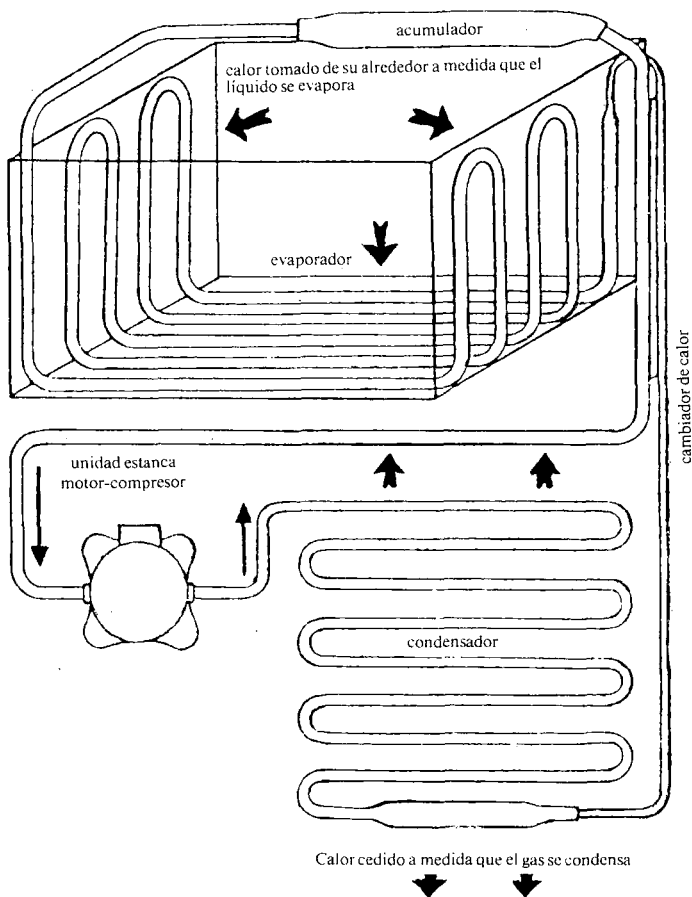
Es importante que los alumnos conozcan la *simbología* de *ESTRELLAS*, que se emplean para *DISTINGUIR* los *FRIGORIFICOS* de los *CONGELADORES*. Damos a continuación el distintivo de los *CONGELADORES*:



Este distintivo nos dice que el aparato puede alcanzar los $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ y *puede congelar alimentos y conservar los ya congelados*. *Un número inferior de estrellas indi-*

ca que se consiguen temperaturas superiores (-18°C en el caso de tres estrellas).

ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE UN FRIGORIFICO



b) Refrigeración

Otro aspecto importante de la disminución de temperaturas es el que se relaciona con la REFRIGERACION, entendida en su sentido más amplio, en la que podemos incluir:

- Acondicionadores de aire.
- Refrigeración de automóviles y demás máquinas térmicas.
- Refrigeración industrial.

Los *acondicionadores de aire* pueden funcionar enfriando o calentando el aire, según las necesidades climatológicas del momento. Están provistos de *FILTROS, VENTILADOR, TUBOS, UNIDAD DE REFRIGERACION Y UNIDAD DE CALEFACCION*.

La *REFRIGERACION DEL MOTOR DEL AUTOMOVIL* se hace empleando *agua* o *aire* como fluido encargado de absorber *ENERGIA TERMICA* en las partes calientes (*DE SUPERIOR TEMPERATURA*) y eliminarla a través de la *CIRCULACION* del *AGUA* o del *AIRE*.

La *REFRIGERACION POR AGUA* necesita la presencia de un *DEPOSITO* de agua, un *RADIADOR* para el enfriamiento rápido de la misma, una *BOMBA DE AGUA*, que impulsa al líquido a través del circuito de refrigeración y la adición de *ANTICONGELANTE* cuando el automóvil se ve sometido a temperaturas inferiores a los cero grados centígrados. Un *TERMOMETRO-VALVULA (THERMOSTATO)* regula la circulación del agua en función de la temperatura del motor, permaneciendo cerrado cuando el motor está frío.

La *REFRIGERACION POR AIRE* no necesita tantos dispositivos. No hay ni depósito, ni radiador, ni bomba, ni tubos para que circule, ni anticongelante. Un *ter-*
108

mostato actúa sobre un *VENTILADOR* que impulsa el aire hacia las zonas de superior temperatura.

Es conveniente acompañar las explicaciones con *esquemas de refrigeración* y, si es posible, con una *visión directa* de ambos tipos de refrigeración en los *automóviles*.

Los *SISTEMAS DE REFRIGERACION INDUSTRIAL* están normalmente ligados a un fluido (agua-aire), que actúa como portador de la *ENERGIA TERMICA* de forma idéntica a lo que hemos explicado en la refrigeración de *automóviles*.

c) *Temperaturas muy bajas*

Para terminar este apartado podría hacerse una somera referencia al mundo de las *BAJISIMAS TEMPERATURAS*, relacionadas con la *licuefacción del aire*, la producción de *oxígeno líquido* empleado en los cohetes, el *helio líquido* y la idea de *CERO ABSOLUTO* o *CERO KELVIN* (0 K).

6.3. LOS GENERADORES DE MOVIMIENTO

6.3.1. Las causas de movimiento y la técnica

En el planteamiento que se da normalmente en la *FISICA*, el *MOVIMIENTO* se estudia en *CINEMATICA* y allí se analizan:

- La trayectoria.
- La velocidad.
- La aceleración.
- Las ecuaciones del movimiento.

Es decir, las características del movimiento realizado por un *móvil* considerado como un *punto material* que tiene masa y carece de volumen.

Sin embargo, la realidad del movimiento es otra; lo que se mueven son personas, animales y vehículos o fluidos a través de tuberías o de conductores eléctricos.

Existe otro aspecto extraordinariamente interesante dentro del tema del movimiento que no se suele abordar o al menos no se estudia como relacionado con el movimiento. Nos referimos a las *causas del movimiento* o a cómo se engendra ese movimiento. No cabe ninguna duda que esto tiene una *estrecha relación con la TECNOLOGÍA*, puesto que el hombre ha fabricado un montón de artilugios, de *máquinas* que emplea para sus *desplazamientos* y para el *transporte* de mercancías diversas y en los que *CONSUME INGEN- TES CANTIDADES DE ENERGIA*. Entre estos dispositivos recordamos los que ya hemos mencionado en 5.1 (actividad 5.1.4):

MOVIMIENTO CON VEHICULOS

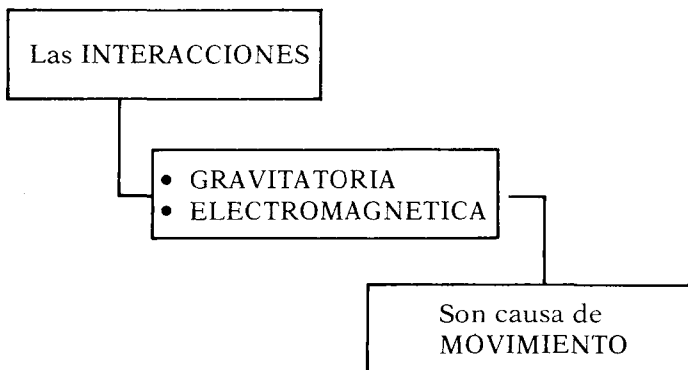
- Automóviles.
- Barcos.
- Aviones.
- Trenes.
- Cohetes.
- Aeronaves.
- Submarinos
- Ascensores.
- Elevadores.
- Telesillas.
- Remontes.
- Transbordadores.
- Escaleras mecánicas.
- Cintas transportadoras.
- Animales.

MOVIMIENTO SIN VEHICULOS

- Oleoducto.
- Gaseoducto.
- Conducciones de agua.
- Conducciones de electricidad.

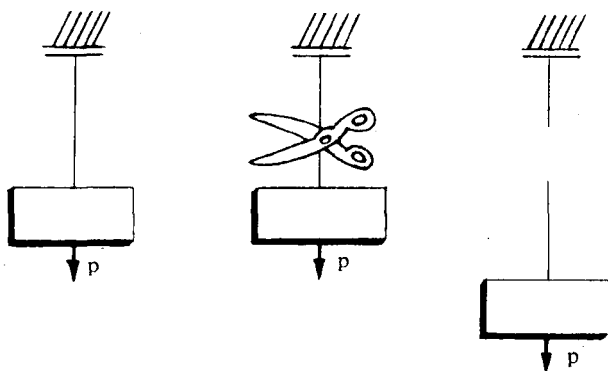
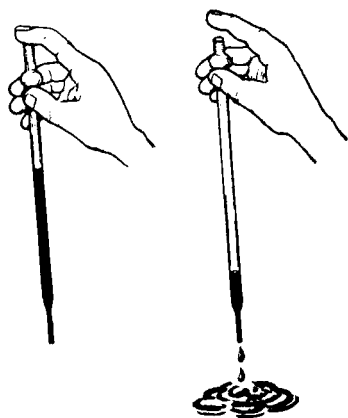
El MOVIMIENTO también está relacionado con los ANIMALES. El hombre y otros muchos animales están dotados de capacidad para moverse: andar, correr, arrastrarse, saltar, volar. También los animales consumen energía en su movimiento.

Vamos a centrar nuestra atención en las *relaciones entre la CIENCIA y la TECNICA en el tema de MOVIMIENTO*, refiriéndonos especialmente en las *máquinas productoras de movimiento*, aunque antes hagamos mención de los principios del movimiento.



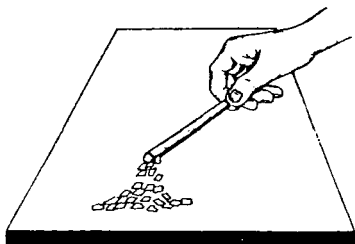
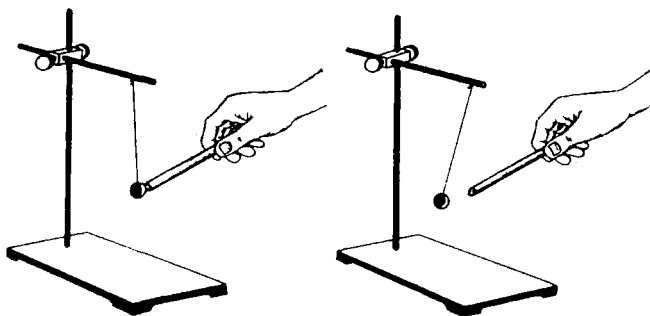
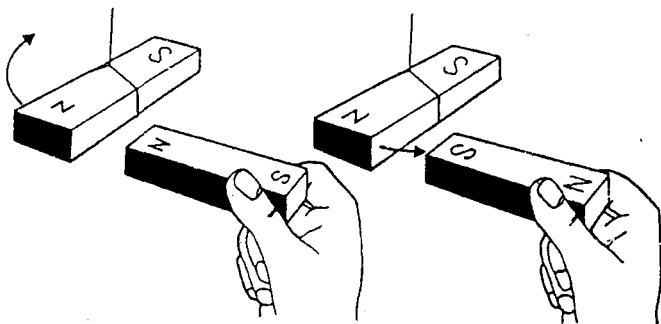
6.3.2. El movimiento debido a las interacciones

Como *ejemplos del movimiento producido por las INTERACCIONES GRAVITATORIAS* tenemos los siguientes:



Como *otros ejemplos* de interacciones gravitatorias puede hacerse referencia a las *caídas* naturales de *agua* (cascadas, cataratas) y a las provocadas por los hombres (embalses). El *discurrir del agua de los ríos* también es el resultado de la *interacción gravitatoria*.

A continuación recogemos algunos ejemplos de los movimientos producidos por las INTERACCIONES ELECTROMAGNETICAS:



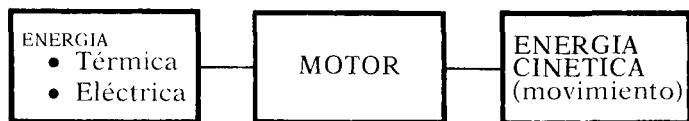
Otra interacción electromagnética interesante es la que resulta de la *experiencia de OERSTED* a la que nos referimos en el apartado siguiente.

Como resultado de las interacciones electromagnéticas se producen fuerzas que pueden ser atractivas o repulsivas y dan lugar a MOVIMIENTO.

6.3.3. Las máquinas productoras de movimiento

Las máquinas productoras de movimiento son las que generalmente se conocen con el nombre de MOTORES

MOTORES: máquinas que transforman energía de diversos tipos y orígenes en ENERGIA DE MOVIMIENTO (energía cinética).



Los MOTORES pueden ser:

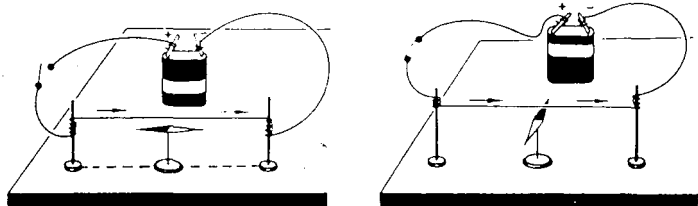
1. Máquinas térmicas

- De combustión interna:
 - Motores de gasolina de cuatro tiempos.
 - Motores de gasolina de dos tiempos.
 - Motores de gasoil.
 - Motor rotativo (Wankel).
- De combustión externa:
 - Máquinas de vapor.
 - Turbinas de vapor.

De ellas nos hemos ocupado ya en el apartado 6.2.3.

2. Motores eléctricos (Motores electromagnéticos)

Los motores eléctricos a los que sería más correcto llamarles motores electromagnéticos, se basan en la experiencia de OERSTED:



mediante la cual puede comprobarse la *CONVERSION DE ENERGIA ELECTRICA* (procedente del generador) en *ENERGIA MECANICA* (desplazamiento del imán).

Los *MOTORES ELECTRICOS* están presentes en la mayoría de los aparatos eléctricos dotados de movimiento: picadora, molinillo de café, juguetes dotados de movimiento, etc.

Es importante que los alumnos estudien las distintas partes de un motor: *ESTATOR, ROTOR, DELGAS, ESCOBILLAS...*, sobre un *MODELO DE MOTOR REAL*.

6.3.4. El rozamiento y el movimiento

En el estudio del MOVIMIENTO hay que tener en cuenta la existencia de ROZAMIENTO, unas veces para mantenerlo y/o potenciarlo y otras, para disminuirlo:

• Para que el *MOVIMIENTO* sea posible es necesaria la *EXISTENCIA DE ROZAMIENTO* en trenes, automóviles, animales terrestres, etc. *Cuando no hay rozamiento, las ruedas «patinan» y el vehículo no se mueve.* En este caso hay que *aumentar el rozamiento* empleando para ello distintos procedimientos:

- Ruedas más anchas.
- Ruedas con dibujos más profundos o de mayor relieve.
- Ruedas con clavos.
- Cadenas que se acoplan a las ruedas.

• Para que los *SISTEMAS QUE SE MUEVEN* sufran el *menor desgaste* posible y eleven su temperatura en la menor cuantía, es necesario recurrir a procedimientos de *LUBRIFICACION* que *DISMINUYE EL ROZAMIENTO*. Para ello se emplean fundamentalmente las grasas y los aceites lubricantes.

Una *ACTIVIDAD* de acercamiento al estudio del *ROZAMIENTO Y EL MOVIMIENTO* puede ser la de pedir a los *alumnos* una *relación de sistemas en los cuales se disminuye el rozamiento*. Otro grupo puede encargarse de averiguar los *TIPOS DE LUBRIFICANTES* empleados en los automóviles y las características diferenciadoras de los mismos.

Dentro de este apartado resulta interesante la relación entre el *ROZAMIENTO* y los *SATELITES ARTIFICIALES*. La práctica ausencia de *ROZAMIENTO* en las zonas en las que orbitan los *SATELITES ARTIFICIALES* asegura su permanencia en movimiento y en la misma órbita en virtud del *PRIMER PRINCIPIO* o *PRINCIPIO DE LA INERCIA* de la Mecánica de Newton. Se puede aprovechar para *explicar por qué «no se*

quedan atrás» o «no se caen» los astronautas que en los últimos vuelos salieron de sus naves y realizaron «paseos espaciales» sin necesidad de conexión alguna con la nave (cordón umbilical empleado en las primeras salidas al espacio fuera de las naves). Es perfectamente conocido que, en virtud del PRIMER PRINCIPIO, el astronauta continúa con la misma velocidad que tiene cuando va en el interior de la nave si no hay ninguna causa que la modifique. Si existiese rozamiento apreciable se quedaría atrás. Continúa la misma trayectoria que la nave debido a que está sometido a la misma fuerza gravitatoria que ella, ya que está a igual distancia de la Tierra. Es precisamente la INTERACCION GRAVITATORIA la que se encarga de variar la DIRECCION DE LA VELOCIDAD con el fin de que describa la trayectoria curva (órbita) en torno a la Tierra.

6.4. EL ELECTROMAGNETISMO, UN ESLABON PARA LA INTEGRACION CIENCIA - TECNOLOGIA

6.4.1. Introducción

Hemos visto ya algunos aspectos relacionados con el electromagnetismo:

- *En el apartado 6.1.* (Los dispositivos técnicos responsables de las transformaciones energéticas), en donde se explicaba que:

La EXPERIENCIA DE FARADAY, de producción de corrientes inducidas, es la base del fundamento de los GENERADORES ELECTROMAGNETICOS.

- *En el apartado 6.3.3.* (las máquinas productoras de movimiento), en el que se ha visto que:

La EXPERIENCIA DE OERSTED de interacción entre corrientes e imanes, es la base de funcionamiento de los MOTORES ELECTRICOS o MOTORES ELECTROMAGNETICOS.

De todos modos, dada la importancia de este tema en la búsqueda de anclajes firmes entre la CIENCIA y la TECNOLOGIA, no nos resistimos a hacer un *planteamiento global* del mismo, *buscando la proyección de los PRINCIPIOS del ELECTROMAGENTISMO* en el análisis de la vasta gama de *aparatos, sistemas y procesos* que pueblan la TECNOLOGIA y sustentan nuestra civilización.

6.4.2. Planteamiento del tema

Los cuatro pilares que servirán para el desarrollo del tema del ELECTROMAGNETISMO son los siguientes:

1. La EXPERIENCIA DE FARADAY.
2. La EXPERIENCIA DE OERSTED.
3. Las ACCIONES de los campos magnéticos sobre las PARTICULAS ELEMENTALES CARGADAS.
4. Las ONDAS ELECTROMAGNETICAS.

En cada uno de estos grandes apartados trataremos de sentar los fundamentos teóricos mediante la realización de experiencias sencillas, buscando luego, con la participación activa de los alumnos, las aplicaciones de los EFECTOS ELECTROMAGNETICOS dispersos en un gran número de aparatos, máquinas y sistemas que pueblan el mundo de la TECNICA. En efecto,

Cuando algún sistema eléctrico produce un giro, un movimiento, o cuando actúa

sobre algún dispositivo que se abre o se cierra, muy posiblemente subyace una acción ELECTROMAGNETICA como responsable de ese movimiento.

De ahí la importancia del estudio de las aplicaciones de los fenómenos ELECTROMAGNETICOS en la INTEGRACION DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA.

6.4.3. Cuadro de integración

Del mismo modo que hemos hecho en el desarrollo del tema 5 (apartado 5: desarrollo de un tema completo con inclusión de actividades de integración CIENCIA-TECNOLOGIA), damos a continuación el CUADRO DE INTEGRACION que permite analizar los contenidos correspondientes al tema del ELECTROMAGNETISMO, las líneas de INTEGRACION y las conexiones e interrelaciones entre las distintas partes del mismo.

En el CUADRO DE INTEGRACION se esquematizan los cuatro grandes apartados en los que se ha estructurado el tema del ELECTROMAGNETISMO, al mismo tiempo que se indican algunas de las aplicaciones prácticas que se derivan de ellos.

Vamos a comentar cada uno de estos cuatro grandes apartados.

1. Efectos magnéticos de la corriente eléctrica

Los EFECTOS MAGNETICOS DE LA CORRIENTE ELECTRICA se fundamentan, como hemos dicho, en la EXPERIENCIA DE OERSTED, que constituye una forma sencilla y elemental de visualizar los efectos magnéticos de la corriente eléctrica:

Una aguja magnética móvil, situada en las proximidades de un conductor, se desvía cuando pasa la corriente eléctrica por éste y vuelve a su posición inicial cuando cesa el paso de la corriente.

Véase la figura que representa el montaje experimental en el apartado 6.3.3., 2. Motores eléctricos.

En la *EXPERIENCIA DE OERSTED* está, como hemos anticipado, el *fundamento de los MOTORES ELECTRICOS*, que convierten la *ENERGIA ELECTRICA* en *ENERGIA DE MOVIMIENTO*.

Los *APARATOS DE MEDIDA*:

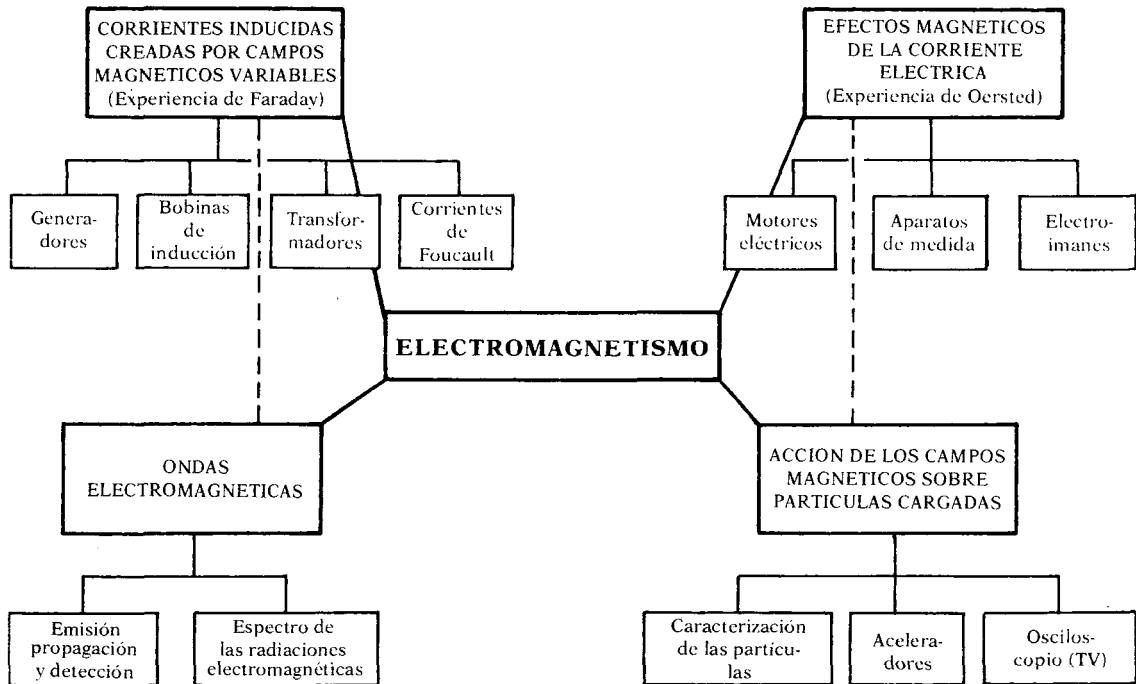
- Galvanómetros.
- Amperímetros.
- Voltímetros.

disponen de un *imán móvil* que *se desvía* más o menos, en función de la *intensidad de la corriente* que circula por el circuito. Naturalmente que habrá que aclarar que *no todos los aparatos de medida de magnitudes eléctricas tienen fundamento electromagnético*. Hoy se están imponiendo los *aparatos digitales con fundamento electrónico*.

Los *ELECTROIMANES* están constituidos por *bobinas* que llevan acoplado un trozo de *hierro dulce* en su interior, que sirve para reforzar los efectos magnéticos provocados por el paso de la corriente eléctrica a través del hilo conductor. Los electroimanes tienen múltiples aplicaciones, como luego veremos.

2. *Acción de los campos magnéticos sobre partículas cargadas*

En este apartado se incluyen las acciones de los campos magnéticos, o electromagnéticos, sobre partículas



culas cargadas, que han tenido una *importancia decisiva en la caracterización de las PARTICULAS ELEMENTALES* constituyentes del átomo y, por tanto, han servido para sentar las bases del *conocimiento de la ESTRUCTURA ATOMICA* y también para identificar las radiaciones emitidas por las sustancias radiactivas. *Un tema que se explica normalmente con alejamiento total de la TECNICA, cual es el de la ESTRUCTURA DE LA MATERIA, tiene unas fuertes implicaciones en el mundo de la TECNOLOGIA.* Además de lo que hace referencia a las acciones de los campos magnéticos sobre partículas cargadas, se puede mencionar el hecho de que, hasta que se construyó una buena *BOMBA DE VACIO*, no fue posible la *caracterización de la primera partícula identificada como constituyente de la materia: EL ELECTRON.*

Algunos de los grandes *ACELERADORES DE PARTICULAS* (el *CICLOTRON*, por ejemplo) utilizan acciones *ELECTROMAGNETICAS* de alta intensidad con el fin de conseguir acelerar las partículas cargadas, dotarlas de elevada energía y disponer así de proyectiles poderosos que faciliten el estudio de la estructura última de la materia.

La ventana que se puede abrir desde el *ELECTROMAGNETISMO* hacia el mundo de la alta *TECNOLOGIA* presente en la construcción y utilización de los *ACELERADORES*, puede servir de reforzamiento de las interacciones de la *CIENCIA* y la *TECNOLOGIA.*

Los *electrones* emitidos por el cátodo *se someten a acciones electromagnéticas* en los *TUBOS DE RAYOS CATODICOS*, en los *OSCILOSCOPIOS* y en los *APARATOS DE TELEVISION.*

Los apartados 1 y 2 a los que nos acabamos de referir están interrelacionados, por eso hemos puesto una línea de puntos entre ambos en el CUADRO DE INTEGRACION. La interrelación se debe a que, *el movimiento de las partículas elementales cargadas es equivalente al movimiento de los electrones en los conductores de la EXPERIENCIA DE OERSTED.*

En ambos casos se producen EFECTOS MAGNETICOS POR MOVIMIENTO DE CARGAS ELECTRICAS.

Si los hemos analizado separadamente ha sido porque han evolucionado de forma distinta a lo largo del proceso de desarrollo de la ciencia y tienen también aplicaciones claramente diferenciadas.

3. *Corrientes inducidas creadas por campos magnéticos variables*

Este apartado tiene su base en la *EXPERIENCIA DE FARADAY*, mediante la cual, de forma elemental y sencilla, se pudo comprobar experimentalmente en el laboratorio el hecho de que:

Un campo magnético variable engendra una corriente eléctrica.

Véase figura en el apartado 6.1 (los dispositivos técnicos responsables de las transformaciones energéticas). Como hemos dicho, mientras dura el movimiento relativo del imán y la bobina, el amperímetro indica paso de corriente.

Encontramos en la *EXPERIENCIA DE FARADAY* el fundamento de los GENERADORES ELECTROMAGNETICOS.

La TECNICA ha ido perfeccionando este simple montaje hasta conseguir los grandes *ALTERNADORES* que generan cantidades ingentes de energía que la civilización actual se encarga de engullir diariamente, *dando vida a los múltiples aparatos y dispositivos* que constituyen la base de la vida cotidiana:

- Iluminación.
- Calefacción.
- Refrigeración.
- Congelación.
- Secado.
- Lavado.
- Transporte.
- Batido.
- Afeitado.
- Fabricación de cloro, sosa, aluminio, etc.

Las *CORRIENTES DE INTENSIDAD VARIABLE* son la base de funcionamiento de las *BOBINAS DE INDUCCION*:

- Carrete Ruhmkorff.
- Bobinas de los automóviles.

y de los *TRANSFORMADORES*, a través de los fenómenos de *INDUCCION ELECTROMAGNETICA*.

Las *BOBINAS DE INDUCCION* consiguen *diferencias de potencial elevadas* que son necesarias para la producción de:

- Los rayos catódicos y de los *espectros de emisión* en los *TUBOS DE DESCARGA* de gases enrarecidos y en los tubos de la televisión.
- Las *chispas* que saltan en las *BUJIAS* de los automóviles.

Así, la BATERIA del automóvil solamente proporciona una diferencia de potencial de 12 V. Para que salten las chispas en las BUJIAS se necesitan diferencias de potencial mucho más elevadas, que se consiguen a través de la BOBINA DE INDUCCION.

Los TRANSFORMADORES elevan la tensión de la corriente eléctrica con el fin de atenuar las pérdidas en el transporte de la misma y disminuyen la tensión a límites normales para usos domésticos e industriales.

A veces es necesario EVITAR LAS CORRIENTES INDUCIDAS en bloques metálicos, porque supondrían la producción de una gran cantidad de calor que se perdería inútilmente. Para evitar el progreso de las corrientes inducidas en masas metálicas (CORRIENTES de FOUCAULT), se laminan los núcleos de los transformadores o de otros aparatos, intercalando un dieléctrico entre las láminas. Sin embargo, las corrientes de Foucault se UTILIZAN en los HORNOS DE INDUCCION para fundir metales.

4. Ondas electromagnéticas.

Las ondas electromagnéticas pueblan nuestra civilización:

- Rayos gámma.
- Rayos X.
- Radiaciones ultravioleta.
- Luz visible.
- Radiaciones infrarrojas.
- Láser.
- Ondas de radar.
- Ondas de televisión.
- Ondas de radio.

forman parte del ESPECTRO DE RADIACIONES ELECTROMAGNETICAS.

En la:

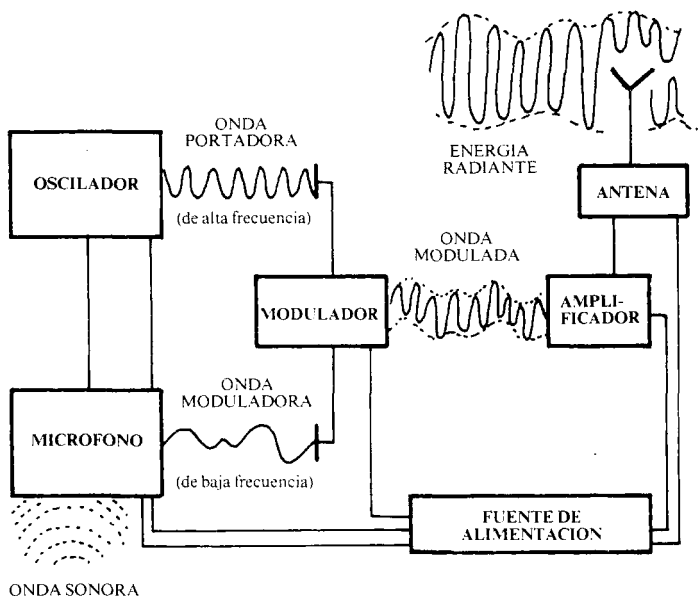
- Producción.
- Emisión.
- Detección.
- Modulación.
- Amplificación.

de las RADIACIONES ELECTROMAGNETICAS intervienen numerosos fenómenos eléctricos y magnéticos provocados por los más diversos aparatos:

- Emisores.
- Receptores.
- Antenas.
- Radares.
- Aparatos de TV.
- Amplificadores.

Los apartados 3 y 4 están interrelacionados (línea de puntos en el CUADRO DE INTEGRACION), puesto que las RADIACIONES ELECTROMAGNETICAS tienen su origen en el *desplazamiento de cargas que cambian de velocidad (oscilan)* y, por tanto, engendran campos magnéticos variables, de forma equivalente a lo que ocurre con las corrientes inducidas.

Son muchas las *actividades* que se pueden hacer relacionadas con las ONDAS ELECTROMAGNETICAS. Entre ellas vamos a referirnos, de modo esquemático, a las *características de los EMISORES y RECEPTORES de RADIACIONES ELECTROMAGNETICAS DE AUDIO-FRECUENCIA.*

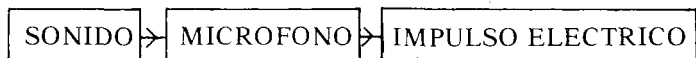


a) Emisora de radio

La EMISORA DE RADIO responde al esquema básico siguiente:

OSCILADOR: Engendra un tren de ondas (ONDA PORTADORA) que se propaga a la velocidad de la luz.

MICROFONO: Transforma el sonido en impulsos eléctricos (ONDA MODULADORA).



MODULADOR: Transforma la onda portadora y la moduladora en una onda MODULADA en amplitud o en frecuencia (FM).

AMPLIFICADOR: Aumenta la energía de la onda modulada.

ANTENA: Radia (envía en todas las direcciones del espacio) la onda modulada y amplificada.

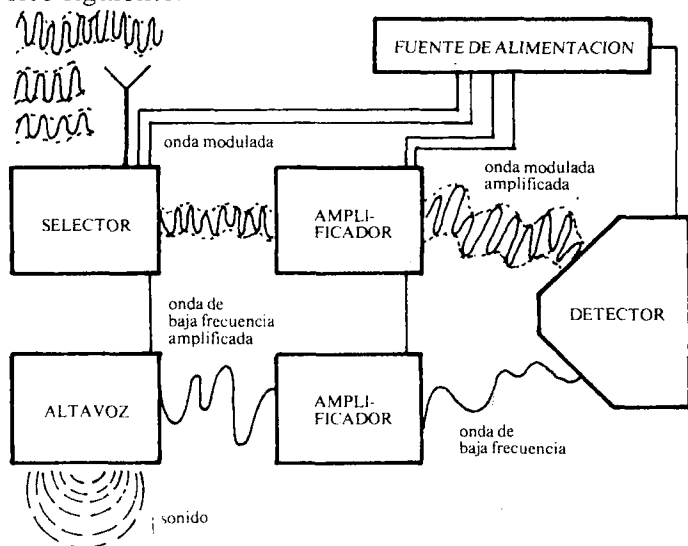
Cada uno de *estos bloques* (oscilador, modulador, amplificador...) *está constituido* a su vez por diversos *componentes eléctricos y electrónicos*:

- Resistencias.
- Diodos.
- Transistores.
- Condensadores.
- Bobinas.

que están ensamblados entre sí en la forma conveniente para cumplir la misión que tienen encomendada.

b) Receptor de radio

El RECEPTOR DE RADIO responde al esquema básico siguiente:

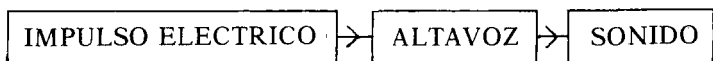


SELECTOR: Permite elegir entre el elevado número de emisiones de ondas de radio aquella que deseamos.

AMPLIFICADOR: Incrementa la amplitud, la energía de la onda.

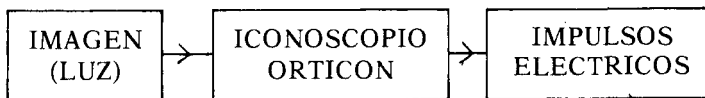
DETECTOR: Se encarga de separar la onda portadora (de alta frecuencia) de la onda de audiofrecuencia.

ALTAVOZ: Realiza la misión contraria del MICROFONO y transforma el impulso eléctrico en sonido.

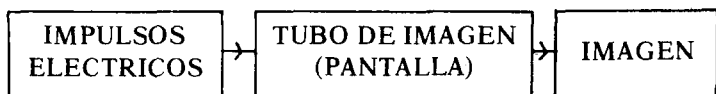


c) *Emisores-receptores de televisión*

Las emisoras de televisión funcionan de forma parecida a las de radio, pero son mucho más complicadas, ya que las de televisión *envían IMAGEN y SONIDO*. Debido a ello, se necesita, además del micrófono, un aparato que transforme la IMAGEN en impulso eléctrico (la luz en ELECTRICIDAD). Su fundamento está en el efecto fotoeléctrico y puede esquematizarse así:



También es mucho más complicado el *receptor de televisión* (la «tele») que el receptor de radio. Además del ALTAVOZ, que transforma los impulsos eléctricos en sonido, se necesita otro *aparato que transforme los impulsos eléctricos en imagen (TUBO DE IMAGEN)*, que es un tubo de rayos catódicos modificado y tiene una pantalla en la que se va a reproducir la imagen enviada por la emisora:



6.4.4. Contenidos

a) Damos a continuación el *guión* por el cual podría desarrollarse el tema del ELECTROMAGNETISMO a nivel de Bachillerato, de acuerdo con el planteamiento esbozado en el CUADRO DE INTEGRACION y en los comentarios que han seguido al mismo:

ELECTROMAGNETISMO

0. *Revisión de los fenómenos magnéticos*

0.1. Acciones entre imanes.

0.2. Campo magnético.

1. *Los efectos magnéticos de la corriente eléctrica. Experiencia de Oersted.*

1.1. Motores eléctricos:

- Descripción.
- Aplicaciones.

1.2. Aparatos de medida:

- Galvanómetros.
- Amperímetros.
- Voltímetros.

1.3. Electroimanes:

- Descripción.
- Aplicaciones:
 - Timbre eléctrico.
 - Teléfono, telégrafo, teletipo.
 - Grúa.
 - Motores, dinamos.

- Carretes de inducción.
- Electroválvulas.

2. *Acción de los campos magnéticos sobre partículas cargadas*

- 2.1. Caracterización de las partículas cargadas:
 - Determinación de la relación carga/masa.
- 2.2. Medida de masas. Espectrógrafo de masas.
- 2.3. Atomo. Punto de arranque para el nacimiento de las ideas cuánticas.
- 2.4. Aceleradores de partículas. Ciclotrón.
- 2.5. Oscilógrafo de rayos catódicos. Televisión.

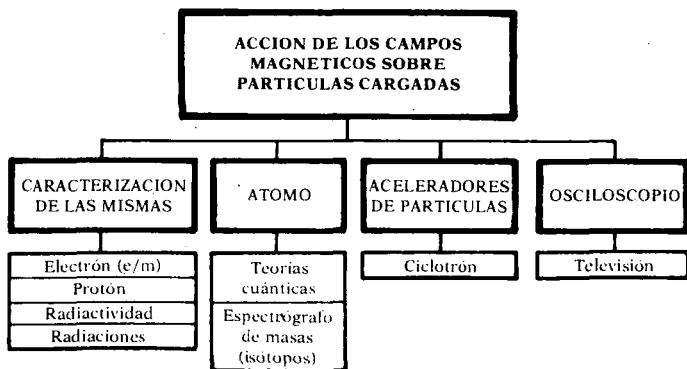
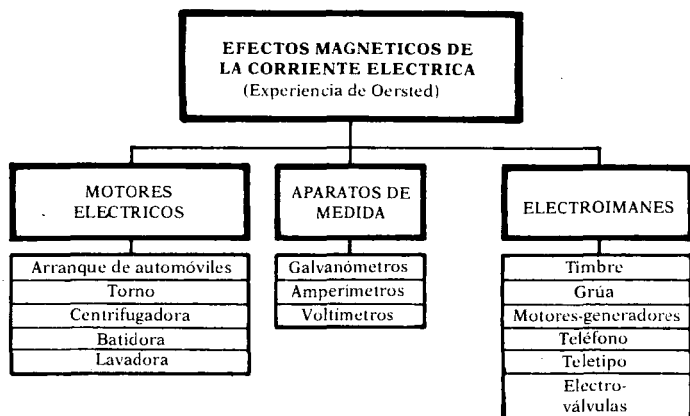
3. *Corrientes inducidas creadas por campos magnéticos variables. Experiencia de Faraday:*

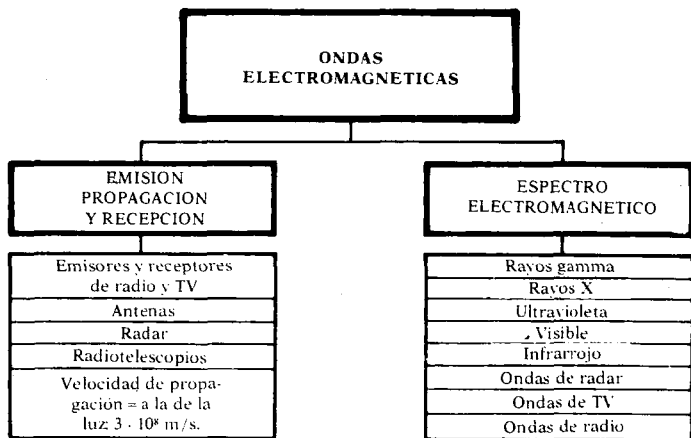
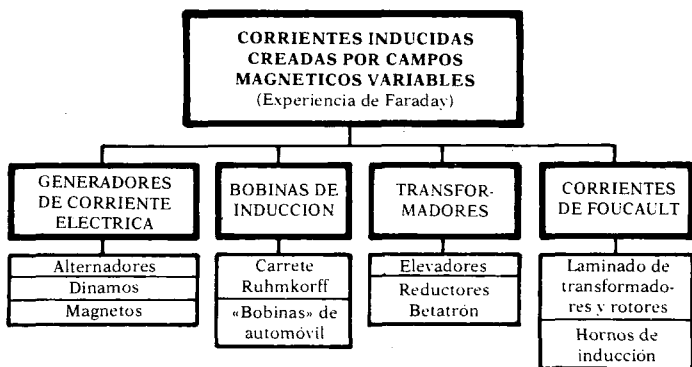
- 3.1. Generadores de corriente eléctrica.
 - Alternadores.
 - Dínamos.
- 3.2. Bobinas de inducción.
 - Carrete Ruhmkorff.
 - «Bobinas» del automóvil.
- 3.3. Transformadores de corriente alterna.
 - Transformadores elevadores-reductores.
 - Betatrón.
- 3.4. Corrientes de Foucault.
 - Láminado de núcleos de generadores, motores, transformadores.
 - Hornos de inducción.

4. *Ondas electromagnéticas*

- 4.1. Producción.
- 4.2. Emisión, detección, amplificación.
- 4.3. El espectro de radiaciones electromagnéticas.

b) En base a estos contenidos, damos a continuación unos *DIAGRAMAS* de desarrollo de cada uno de los cuatro grandes apartados del CUADRO DE PROGRAMACION:





7

ANEXOS



Estos ANEXOS proceden de la Investigación «Integración Ciencia Tecnología» en el desarrollo del Programa de Física y Química de segundo curso de Bachillerato (I), realizada por nosotros a lo largo del curso 1982/83 en el Instituto de Bachillerato «Sánchez Cantón» de Pontevedra y, en su fase de puesta en práctica, han colaborado los miembros del Seminario Didáctico de Física y Química: M.^a Paz A. Brasa, Enrique Fuentes, M.^a Teresa Núñez, Luis Tojal y Pilar Varela.

7.1. VALORACION DE LA ADECUACION DE LOS TEMAS DEL PROGRAMA DE FISICA Y QUIMICA DE SEGUNDO CURSO DE BACHILLERATO A LA INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA

Con el fin de *cuantificar* inicialmente la *adecuación de los temas del programa de Física y Química de segundo curso de Bachillerato a los objetivos de la investigación*, se hizo una valoración de los mismos por todos los miembros del equipo investigador. Naturalmente se trata de una valoración *a priori*, que, posteriormente, al estudiar en concreto cada uno de los temas, podría verse modificada.

Para la cuantificación se utilizó el cuestionario que se da a continuación (*ELECCION DE TEMAS/1*) y que fue cumplimentado por los seis miembros del equipo investigador. Cada uno de ellos valoró del 1 al 5, la adecuación de los temas del programa de Física y Química de segundo curso de Bachillerato a los objetivos de la investigación.

Los resultados globales de esta valoración se recogen en las dos tablas que van a continuación. En la *ELECCION DE TEMAS/2* se acumulan las puntuaciones totales y se señalan los temas que se han seleccionado. En la *ELECCION DE TEMAS/3* se han ordenado por orden decreciente de la puntuación global obtenida. *El tema que figura en primer lugar, «Trabajo. Potencia. Energía», es el que, a juicio del equipo que ha realizado esta investigación, reúne mejores características de adecuación a los objetivos del proyecto y el que figura en último lugar, «La Física y la Química ciencias experimentales. El Método Científico. Magnitudes», el que menos se acomoda.*

En la tabla *ELECCION DE TEMAS/3* figura en la quinta columna el «coeficiente de adecuación» obtenido dividiendo el total de puntos entre el número de investigadores (seis) que han valorado la adecuación del programa. Como la valoración de la adecuación se hizo entre 1 y 5, el valor medio corresponde a 3. Solamente nueve temas, lo cual representa un 45 por 100 del total, se encuentran por encima del valor medio de adecuación a los objetivos del proyecto de investigación. Sin embargo, si consideramos como *positivos*, como se hace habitualmente, los valores iguales o superiores a 2,5, entonces quedan por encima de ese nivel hasta 14 temas, lo cual representa un 70 por 100 del total de los mismos.

De todos modos, el hecho de que *a priori* se haya considerado que un tema tiene escasas posibilidades de adecuación a los objetivos de la investigación, no quiere decir que se confirme una vez que se haya analizado más detenidamente y se haya desarrollado en las clases. Además, *siempre existirá un aspecto, por nimio que sea, que permitirá enlazar la Física o la Quí-*

INCITEC/82 - MLC/82
ELECCION DE TEMAS/1

VALORACION DE LOS TEMAS DEL PROGRAMA DE FISICA Y QUIMICA DE SEGUNDO CURSO DE BACHILLERATO, con el fin de SELECCIONAR los que se presten mejor al trabajo de INVESTIGACION

| | | | | |
|--------------------------------|---------------------|--|--------------|--|
| DATOS DE IDENTIFICACION | INVESTIGADOR | | FECHA | |
|--------------------------------|---------------------|--|--------------|--|

Valore la adecuación de cada uno de los temas a los objetivos de esta INVESTIGACION (5, máxima adecuación; 1, mínima adecuación)

| TITULOS DE LOS TEMAS | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. La Física y la Química, ciencias experimentales. El método científico. Magnitudes. | | | | | |
| 2. Cinemática de los movimientos rectilíneo y circular uniforme. | | | | | |
| 3. Fuerza. Composición de fuerzas. Peso. | | | | | |
| 4. Dinámica. | | | | | |
| 5. Trabajo. Potencia. Energía. | | | | | |
| 6. Energía térmica. | | | | | |
| 7. Estática de fluidos. | | | | | |
| 8. Sonido. | | | | | |
| 9. Óptica geométrica. | | | | | |
| 10. Electrostática. | | | | | |
| 11. Corriente continua. | | | | | |
| 12. Electromagnetismo. | | | | | |
| 13. Introducción a la estructura atómico-molecular. Enlace químico. | | | | | |
| 14. Estados de agregación de la materia. | | | | | |
| 15. Disoluciones. | | | | | |
| 16. Reacciones químicas. Materia y energía. | | | | | |
| 17. Acidez y basicidad. | | | | | |
| 18. Oxidación-Reducción. | | | | | |
| 19. La química del carbono. | | | | | |
| 20. Industrias químicas. Ejemplos. | | | | | |

**INCITEC/82 - MLC/82
ELECCION DE TEMAS/2**

**TOTALES OBTENIDOS EN LA VALORACION DE LOS TEMAS
DEL PROGRAMA DE FISICA Y QUIMICA DE SEGUNDO CUR-
SO DE BACHILLERATO, con el fin de SELECCIONAR los que
se presten mejor al trabajo de INVESTIGACION**

| TITULOS DE LOS TEMAS | Total de puntos | Temas se- leccionad. |
|---|-----------------|-------------------------|
| 1. La Fisica y la Quimica, ciencias experimentales. El método científico. Magnitudes. | 6 | |
| 2. Cinemática de los movimientos rectilíneos y circular uniforme. | 13 | |
| 3. Fuerza. Composición de fuerzas. Peso. | 14 | |
| 4. Dinámica. | 16 | |
| 5. Trabajo. Potencia. Energía. | 30 | X |
| 6. Energía térmica. | 29 | X |
| 7. Estática de fluidos. | 24 | X |
| 8. Sonido. | 21 | |
| 9. Óptica geométrica. | 18 | |
| 10. Electrostática. | 12 | |
| 11. Corriente continua. | 22 | |
| 12. Electromagnetismo. | 28 | X |
| 13. Introducción a la estructura atómico-molecular. Enlace químico. | 8 | |
| 14. Estados de agregación de la materia. | 13 | |
| 15. Disoluciones. | 17 | X |
| 16. Reacciones químicas. Materia y energía. | 22 | X |
| 17. Acidez y basicidad. | 17 | |
| 18. Oxidación-Reducción. | 15 | |
| 19. La química del carbono. | 16 | |
| 20. Industrias químicas. Ejemplos. | 29 | X |

INCITEC/82 - MLC/82 ELECCION DE TEMAS/3

**TOTALES OBTENIDOS EN LA VALORACION DE LOS TEMAS
DEL PROGRAMA DE FISICA Y QUIMICA DE SEGUNDO CUR-
SO DE BACHILLERATO, ORDENADOS DE MAYOR A MENOR
ADECUACION A LOS OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION**

| Núm. orden | Núm. de tema | TITULOS DE LOS TEMAS | Total de puntos | Coficiente adecuación |
|------------|--------------|--|-----------------|-----------------------|
| 1 | 5 | Trabajo. Potencia. Energía. | 30 | 5,0 |
| 2 | 6 | Energía térmica. | 29 | 4,8 |
| 3 | 20 | Industrias químicas. Ejemplos. | 29 | 4,8 |
| 4 | 12 | Electromagnetismo. | 28 | 4,7 |
| 5 | 7 | Estática de fluidos. | 24 | 4,0 |
| 6 | 11 | Corriente continua. | 22 | 3,7 |
| 7 | 16 | Reacciones químicas. Materia y energía. | 22 | 3,7 |
| 8 | 8 | Sonido. | 21 | 3,5 |
| 9 | 9 | Optica geométrica. | 18 | 3,0 |
| 10 | 15 | Disoluciones. | 17 | 2,8 |
| 11 | 17 | Acidez y basicidad. | 17 | 2,8 |
| 12 | 4 | Dinámica. | 16 | 2,7 |
| 13 | 19 | La química del carbono. | 16 | 2,7 |
| 14 | 18 | Oxidación-reducción. | 15 | 2,5 |
| 15 | 3 | Fuerza. Composición de fuerzas. Peso. | 14 | 2,3 |
| 16 | 2 | Cinemática de los movimientos rectilíneos y circular uniforme. | 13 | 2,2 |
| 17 | 14 | Estados de agregación de la materia. | 13 | 2,2 |
| 18 | 10 | Electrostática. | 12 | 2,0 |
| 19 | 13 | Introducción a la estructura atómico-molecular. Enlace químico. | 8 | 1,3 |
| 20 | 1 | La Física y la Química, ciencias experimentales. El método científico. Magnitudes físicas. | 6 | 1,0 |

mica con la Tecnología. El propio farolillo rojo de la clasificación, «La Física y la Química ciencias experimentales...» podría emplearse para dar las definiciones de la Física y de la Química y relacionarlas con la definición de la Tecnología, sentando, así, desde el primer tema, las bases de relación entre Ciencia y Tecnología. Por otra parte, si se utiliza el clásico ejemplo del *alargamiento de un muelle* para iniciar el estudio del *METODO CIENTIFICO*, podría hacerse una lectura relacionada con la fabricación de alambres por estiramiento de otros de más grosor («alambrones»), o la determinación del límite de rotura y la forma en la que se evita en la fabricación de cables.

Además, las balanzas de pesada electrónica deben su funcionamiento a la deflexión de un resorte, que obliga a girar un disco codificado, que origina una tensión y activa los indicadores digitales.

Al introducir la idea de magnitud puede hacerse referencia a la importancia técnica de su determinación, utilizando para ello los ejemplos de las magnitudes que se miden en un automóvil o en un avión. En el caso concreto del *avión*, se evalúan continuamente un elevado número de magnitudes, algunas de las cuales damos a continuación:

- *Temperatura:* Del aire, de los gases de los reactores, del aceite.
- *Presión:* Freno hidráulico, aceite, motor.
- *Velocidad:* Del aire, del avión, de rotación de los motores, los cambios de velocidad por medio de los acelerómetros.
- *Volumen:* De combustible.
- *Posición.*
- *Cambios de dirección.*

En el *apartado 5 (DESARROLLO DE UN TEMA COMPLETO)*, hemos abordado el *tema 5: TRABAJO. POTENCIA. ENERGIA*, que es, a juicio del equipo investigador, el que mejor se adecua a los objetivos de la investigación.

En los libros de texto (anexo 7.2: LA INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA EN LOS LIBROS DE TEXTO), analizaremos los *cinco primeros*, que son los que presentan mayores posibilidades de integración:

- Trabajo. Potencia. Energía.
- Energía térmica.
- Industrias Químicas. Ejemplos.
- Electromagnetismo.
- Estática de fluidos.

y además los que ocupan los lugares 7 y 10 de la lista ordenada de valoraciones, que son, respectivamente:

- Reacciones Químicas. Materia y Energía.
- Disoluciones.

De este modo tendremos un juicio más amplio del tratamiento que se da en los libros de texto al tema de las relaciones entre la CIENCIA y la TECNOLOGIA.

7.2. LA INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA EN LOS LIBROS DE TEXTO

Con el fin de conocer la importancia que se da en los libros de texto a la integración Ciencia-Tecnología, o por lo menos el espacio que se dedica a la Tecnología en los libros de texto de Bachillerato, se hizo una revisión de dieciocho (18) libros de segundo curso aprobados por el Ministerio de Educación y Ciencia,

que representan la casi totalidad de los publicados con difusión a nivel nacional.

Los TEXTOS analizados se dan a continuación en relación alfabética de editoriales:

TEXTOS ANALIZADOS

| Núm. | Editorial | Años edición | Autores |
|------|------------------------|--------------|---------------------------|
| 1 | Alhambra (MT 62) | 1976 | Esteban, J. M.; Marín, F. |
| 2 | Alhambra | 1982 | Marín, F.; Negro, J. L. |
| 3 | Anaya | 1976 | Aguilar Peris, J. |
| 4 | Anaya | 1976 | Beltrán-Furió-Gil |
| 5 | Bruño | 1976 | Martínez Lorenzo, A. |
| 6 | Casals | 1981 | Dou, J. M. |
| 7 | Compañía Bibliogr. Es. | 1976 | López y López, A. |
| 8 | Didascalía | 1976 | Gómez Cornejo, L. |
| 9 | Edelvives | 1977 | Bascones, F. |
| 10 | Ediciones Tarraco | 1976 | Cabeza Sierra, M. |
| 11 | Everest | 1981 | Fidalgo, J. A. |
| 12 | G. del Toro | 1977 | Barceló, J. |
| 13 | Librería General | 1976 | Burbano, E. |
| 14 | Magisterio Español | 1976 | Martín, J. |
| 15 | Santillana | 1976 | Cacho, F. |
| 16 | Teide | 1976 | Pujal Carrera, M. |
| 17 | Vicens-Vives | 1976 | Paraira, M. |
| 18 | Vicens-Vives | 1979 | Lasheras, A. L. |

Para llevar a cabo el análisis de los libros de texto, se diseñó la ficha que se da a continuación en hoja aparte. En ella figuran en primer lugar los DATOS DE IDENTIFICACION DEL LIBRO (editorial, autores, año de edición) y del INVESTIGADOR que hace la valoración. Una línea sirve para identificar el TEMA objeto de estudio. A continuación figura un amplio espacio

INCITEC/82 - MLC/82

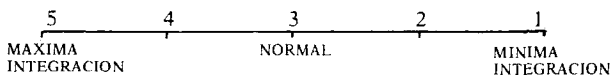
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: INTEGRACION CIENCIA- TECNOLOGIA ASPECTOS TECNOLOGICOS INCLUIDOS EN LOS LIBROS DE TEXTO DE SEGUNDO CURSO DE BACHILLERATO

| | | |
|-----------------------------|------|-------------|
| TEMA | NÚM. | TITULO |
| DATOS IDENTIFICACION | | EDITORIAL |
| | | AUTORES |
| | | AÑO EDICION |

| PAGINA | APARATO SISTEMA PROCESO | OBSERVACIONES Y CARACTERISTICAS |
|--------|-------------------------|---------------------------------|
| | | |

COMENTARIO GLOBAL

VALORACION del tema en su proyección hacia la tecnología



de estar justificado por el hecho de que exista en el mismo programa el tema 20 de las industrias químicas, en donde va a estudiarse la proyección tecnológica de las reacciones químicas.

Otra manera de analizar estos datos es determinar los *coeficientes de cada libro* con el fin de comprobar si existen o no diferencias entre unos libros y otros. Los coeficientes se calculan por cociente entre la suma total de puntos asignados a los temas valorados y el número de temas. Ejemplo:

| TEXTO | TEMAS | | | | | | TOTALES | | COEFICIENTE TEMAS (P/T) | |
|-------|-------|--|---|----|----|----|---------|--------|-------------------------|------------|
| | 5 | | 7 | 12 | 15 | 16 | 20 | PUNTOS | | TEMAS |
| A | 2 | | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 | 17 | 7 | 17:7 = 2,4 |

RESULTADOS DE LA VALORACION. COEFICIENTE DE LOS TEXTOS

| TEXTO | TOTAL PUNTOS | TOTAL TEMAS | COEFICIENTE TEXTO (P/T) |
|--------------------|--------------|-------------|-------------------------|
| 1 | 22 | 7 | 3,1 |
| 2 | 22 | 7 | 3,1 |
| 3 | 19 | 7 | 2,7 |
| 4 | 19 | 7 | 2,7 |
| 5 | 18 | 7 | 2,6 |
| 6 | 18 | 7 | 2,6 |
| 7 | 17 | 7 | 2,4 |
| 8 | 16 | 7 | 2,3 |
| 9 | 16 | 7 | 2,3 |
| 10 | 15 | 7 | 2,1 |
| 11 | 14 | 7 | 2,0 |
| 12 | 13 | 7 | 1,9 |
| 13 | 12 | 7 | 1,7 |
| 14 | 11 | 7 | 1,6 |
| 15 | 11 | 7 | 1,6 |
| 16 | 11 | 7 | 1,6 |
| 17 | 9 | 7 | 1,3 |
| 18 | 8 | 7 | 1,1 |
| COEFICIENTE MEDIO: | | | 2,2 |

En la tabla anterior se relacionan los textos en *orden decreciente de coeficientes y no se identifican el texto* (se ha cambiado el orden de los números).

Puede observarse claramente que sólo dos textos superan el valor tres (3), que es el que hemos considerado como normal en la escala del 1 al 5. Son siete (7) los textos que están por debajo del valor dos (2). En los últimos valores de esta tabla puede decirse que no existe apenas referencia alguna a la Tecnología.

7.3. RESULTADOS DE LOS CUESTIONARIOS DE VALORACION DE LA INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA

7.3.1. Cuestionarios

Al comienzo y al final del curso se les aplicaron a los alumnos de segundo curso del Instituto los CUESTIONARIOS que se dan a continuación. Todos los grupos de alumnos de estudios diurnos respondieron al cuestionario en una sesión conjunta de una hora de duración. El tiempo asignado a los alumnos de estudios nocturnos fue el mismo, pero se aplicó a cada grupo separadamente.

para la recogida de datos acerca de aspectos tecnológicos incluidos en el tema (página en la que aparece algún aparato sistema o proceso y observaciones y características). Termina la ficha con un espacio para hacer un breve comentario global acerca del tema y una escala (del 1 al 5) para la *valoración del tema en lo que se refiere a la proyección del mismo hacia la tecnología*. En esta valoración se piensa no tanto en la integración, sino en el número de ventanas que se abren hacia el complejo mundo de la Tecnología.

En los 18 textos *se han revisado únicamente siete (7) temas*, quizá los más significativos, cuyos títulos se dan a continuación:

| Núm. | Título |
|------|---|
| 5 | Trabajo. Potencia. Energía. |
| 6 | Energía térmica. |
| 7 | Estática de fluidos. |
| 12 | Electromagnetismo. |
| 15 | Disoluciones. |
| 16 | Reacciones químicas. Materia y energía. |
| 20 | Industrias químicas. Ejemplos. |

No vamos a incluir en este primer trabajo toda la información recogida en la revisión de los textos, porque todavía estamos analizándola, ya que, en un principio, este apartado no estaba previsto en el proyecto de investigación. Sin embargo, queremos recoger al menos la valoración cuantitativa (de acuerdo con la escala del 1 al 5) de los temas que acabamos de reseñar y que fue realizada por los miembros del equipo investigador.

RESULTADOS DE LA VALORACION DE LOS TEXTOS

| TEMA | | Núm. de textos con valores | | | | | TOTAL PUNTOS (T) | TOTAL TEXTOS (t) | COEFICIENTE TEMA (T/t) |
|--------------------|---------------------|----------------------------|---|----|---|----|------------------|------------------|------------------------|
| Núm. | Titulo | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | | | |
| 5 | Trabajo. Potencia | — | 2 | 4 | 2 | 10 | 34 | 18 | 1,9 |
| 6 | Energía térmica | 2 | 1 | 5 | 5 | 5 | 44 | 18 | 2,4 |
| 7 | Estática fluidos | — | 2 | 6 | 4 | 6 | 40 | 18 | 2,2 |
| 12 | Electromagnetismo | — | 4 | 3 | 5 | 6 | 41 | 18 | 2,3 |
| 15 | Disoluciones | — | 1 | 1 | 7 | 9 | 30 | 18 | 1,7 |
| 16 | Reacciones químicas | — | — | 2 | 5 | 11 | 27 | 18 | 1,5 |
| 20 | Industrias químicas | — | 5 | 10 | 3 | — | 56 | 18 | 3,1 |
| COEFICIENTE MEDIO: | | | | | | | | | 2,2 |

A pesar de que los temas que se han escogido para el análisis son, en su mayoría, de los que mejor se prestan a la INTEGRACION CIENCIA - TECNOLOGIA (véase anexo 7.1), lo que se ha encontrado en los libros de texto nos hace pensar que los autores, en general, apenas han tenido en cuenta esta problemática de la integración CIENCIA-TECNOLOGIA, ya que el valor medio calculado, para los temas más adecuados a la integración CIENCIA-TECNOLOGIA es solamente de 2,2 en una escala de 5. Es decir, que no se alcanza ni el valor normal.

El tema que alcanza *mayor coeficiente* y, por tanto, el que más se relaciona con la Tecnología, es —lógicamente— el número 20, *Industrias químicas*. Ejemplos, con un valor de 3,1. De todos modos sólo consigue rebasar ligeramente el valor normal (medio). Le sigue Energía térmica (2,4) y Electromagnetismo (2,3), valores muy bajos en temas que se prestan muy bien para la integración CIENCIA-TECNOLOGIA.

El tema que alcanza *menor coeficiente* es el 16 (*Reacciones químicas. Materia y Energía*), con un valor (1,5) muy próximo al mínimo. Este valor tan bajo pue-

CUESTIONARIO 1

INCITEC/82 - MLC/82

PROYECTO DE INVESTIGACION: «INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA»

CUESTIONARIO 1

| | | | |
|-------|--|-------|--|
| FECHA | | CURSO | |
|-------|--|-------|--|

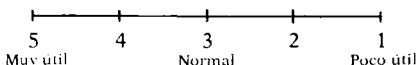
Observaciones:

Lee con atención estas líneas antes de responder.

I. A continuación vamos a hacerte una serie de preguntas relacionadas con la FÍSICA, la QUÍMICA y la TECNOLOGÍA. Tus respuestas ayudarán, sin duda, a mejorar el tipo de enseñanza que se imparte en la Física y Química de Segundo Curso de Bachillerato.

II. Las valoraciones de algunas respuestas se harán empleando una escala del 1 al 5. El 5 corresponderá a la valoración más positiva y el 1 a la más negativa. El 3 es el valor normal (medio) y el 4 y el 2 serán valores intermedios entre los extremos y el valor normal.

Contesta con *sinceridad*, rodeando con una circunferencia el valor que consideres más adecuado. Ejemplo:



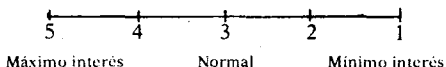
III. El cuestionario es ANÓNIMO, para permitir que puedas contestar más libremente; por tanto, no pongas ni el nombre ni el número. Pon únicamente el curso y la fecha.

IV. Si el espacio es insuficiente, utiliza el dorso para alguna respuesta.

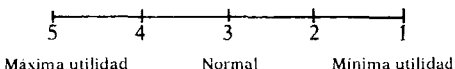
¡GRACIAS POR TU COLABORACION!

1. ¿Qué es para ti la Física?

2. Valora el *interés* que tienes tú por el estudio de la FÍSICA:



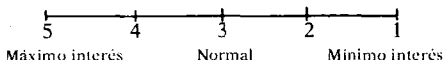
3. Valora la *utilidad práctica* que crees puede tener la FÍSICA para el desarrollo de la Humanidad:



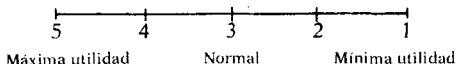
4. Enumera algunas facetas de la vida, de la industria, de las comunicaciones, etc., en las que creas puede ser útil la FÍSICA:

5. ¿Qué es para ti la Química?

6. Valora el *interés* que tienes tú por el estudio de la QUÍMICA:



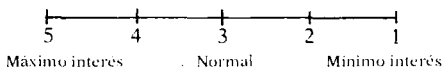
7. Valora la *utilidad práctica* que crees puede tener la QUÍMICA:



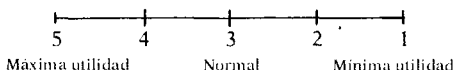
8. Enumera algunas facetas de la vida, de la industria, de las comunicaciones, etc., en las que creas puede ser útil la QUÍMICA:

9. ¿Qué es para ti la Tecnología?

10. Valora el *interés* que podría tener para ti el estudio de la TECNOLOGIA:



11. Valora la *utilidad práctica* que crees puede tener la TECNOLOGIA para el desarrollo de la Humanidad:



12. Enumera algunas facetas de la vida, de la industria, de las comunicaciones, etc., en las que crees puede ser útil la TECNOLOGIA:

13. Resume todos los procesos físicos que existen en el funcionamiento de un ASCENSOR:

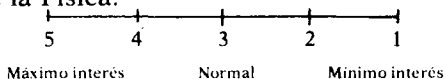
14. Resume los procesos químicos que tienen lugar en una cocina:

15. Resume los procesos tecnológicos que hacen posible el funcionamiento de un ASCENSOR:

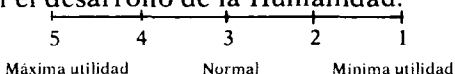
16. Seguramente conocerás los problemas que ha habido que solucionar para construir el PUENTE DE RANDE en la ría de Vigo. Señala ordenadamente las etapas que seguirías si te encargasen a ti su construcción. Procura enumerar el mayor número posible de operaciones a realizar:

1. ¿Qué es la Física?

2. Valora el *interés* que supuso para ti el estudio de la Física:



3. Valora la *utilidad práctica* que tiene la FÍSICA en el desarrollo de la Humanidad:



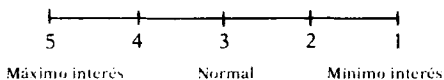
4. Enumera algunas facetas de la vida, de la industria, de las comunicaciones, etc., que resultan de la aplicación de las ideas de TRABAJO, POTENCIA y ENERGÍA:

5. Haz una relación de las aplicaciones de las ideas de la ENERGÍA TÉRMICA (CALOR) a la vida cotidiana, a la industria, a las comunicaciones, etc.

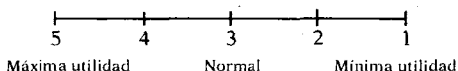
6. Haz una relación todo lo extensa que sea posible de las aplicaciones del resto de las ideas de la FÍSICA a la vida cotidiana, a la industria, a las comunicaciones, etc.

7. ¿Qué es la Química?

8. Valora el *interés* que supuso para ti el estudio de la QUÍMICA:



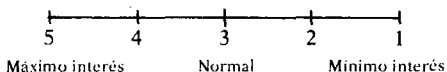
9. Valora la *utilidad práctica* que tiene la QUIMICA en el desarrollo de la Humanidad:



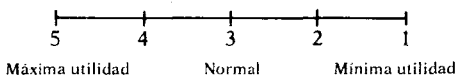
10. Haz una relación, todo lo extensa que sea posible, de las *aplicaciones de las ideas de la QUIMICA* a la vida cotidiana, a la industria, a las comunicaciones, etc.

11. ¿Qué es la Tecnología?

12. Valora el *interés* que podría tener para ti el estudio de la TECNOLOGIA:



13. Valora la *utilidad práctica* que tiene la TECNOLOGIA en el desarrollo de la Humanidad:



14. Haz una relación, todo lo extensa que sea posible, de las aplicaciones de la TECNOLOGIA a la vida cotidiana, a la industria, a las comunicaciones, etcétera:

15. Resume todos los procesos físicos que existen en la fabricación de la pasta de celulosa:

16. Resume los procesos químicos que existen en la fabricación de la pasta de celulosa:

17. Resume los procesos tecnológicos que hacen posible la fabricación de la pasta de celulosa:
18. Seguramente conocerás los problemas que ha habido que solucionar para construir el TERCER PUENTE SOBRE EL LEREZ. Señala ordenadamente las etapas que seguirías si te encargasen a ti su construcción. Procura enumerar el mayor número posible de etapas a realizar:

7.3.2. Muestra

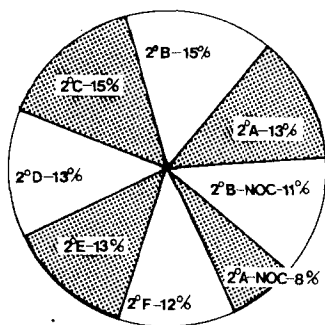
El CUESTIONARIO se pasó a la totalidad de los alumnos de segundo curso. Las características de distribución de la MUESTRA se recogen en los gráficos que se dan a continuación.

-MUESTRA DE ALUMNOS -
-DE SEGUNDO CURSO-

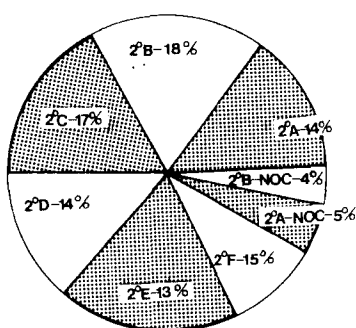
| |
|------------|
| INCITEC/82 |
| MLC/83 |

DISTRIBUCION POR CURSOS

CUESTIONARIO-1



CUESTIONARIO-2

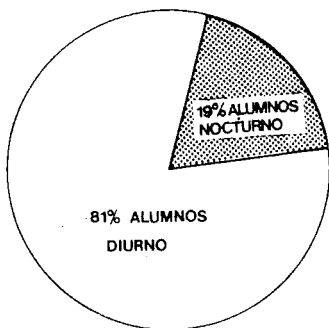


- MUESTRA DE ALUMNOS -
- DE SEGUNDO CURSO -

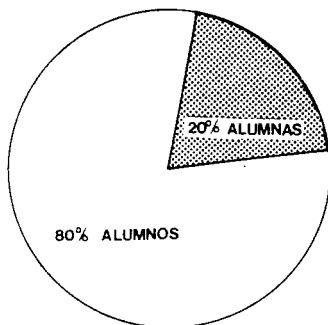
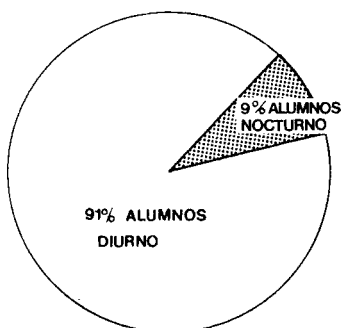
| |
|------------|
| INCITEC/82 |
| MLC/83 |

DISTRIBUCION- DIURNO
- NOCTURNO

CUESTIONARIO-1



CUESTIONARIO-2



CUESTIONARIO-2
DISTRIBUCION POR
SEXOS.

7.3.3. Comparación entre los resultados de los cuestionarios

7.3.3. a) Gráficas. Comparación entre los cuestionarios 1 y 2. Resultados totales.

Con estas gráficas se trata de poner de manifiesto las analogías y diferencias entre los resultados de las aplicaciones de los cuestionarios 1 y 2, sobre todo en aquellas preguntas que son comunes a ambos cuestionarios.

Para que el análisis pueda resultar más sencillo se sitúan en la misma gráfica los resultados del cuestionario 1 y del cuestionario 2 en cada uno de los valores.

Las GRAFICAS que se han dibujado son las que se dan a continuación:

GRAFICA 1. Definiciones de Física, Química y Tecnología.

GRAFICA 2. Interés por el estudio de la Física, Química y Tecnología.

GRAFICA 3. Utilidad práctica de la Física, Química y Tecnología.

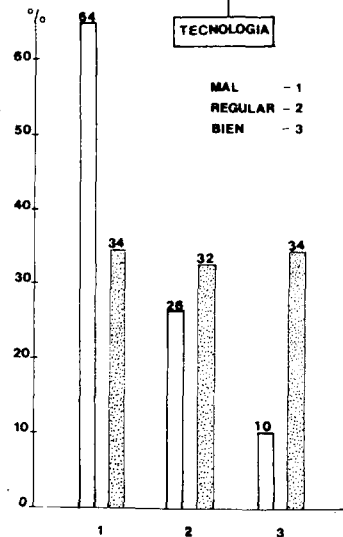
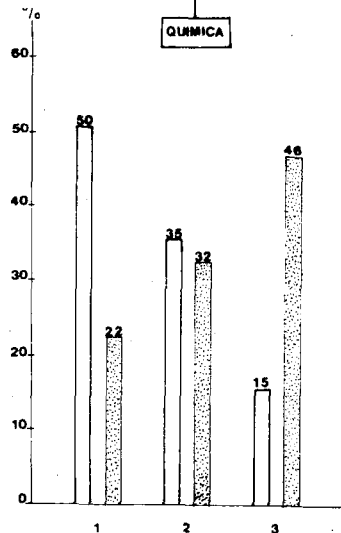
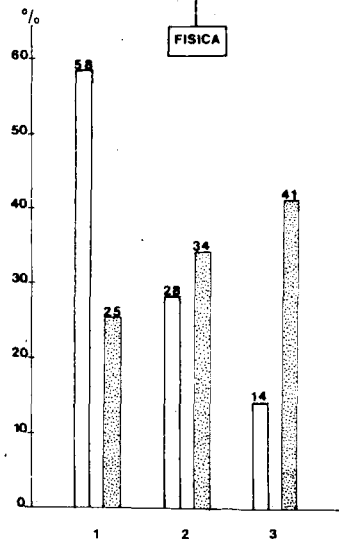
GRAFICA 4. Facetas de la vida, de la industria, de las comunicaciones, etc., en las que puede ser útil la Física, Química, Tecnología.

COMPARACION CUESTIONARIOS 1y2 -GRAFICA-1. DEFINICIONES.

¿QUÉ ES PARA TI LA...?

□ RESULTADOS CUESTIONARIO -1
 ■ RESULTADOS CUESTIONARIO -2

INCITEC-82
 MLC-83



MAL - 1
 REGULAR - 2
 BIEN - 3

% RESPECTO AL TOTAL DE ALUMNOS.

COMPARACION CUESTIONARIOS 1,2 GRAFICA 2.-INTERÉS

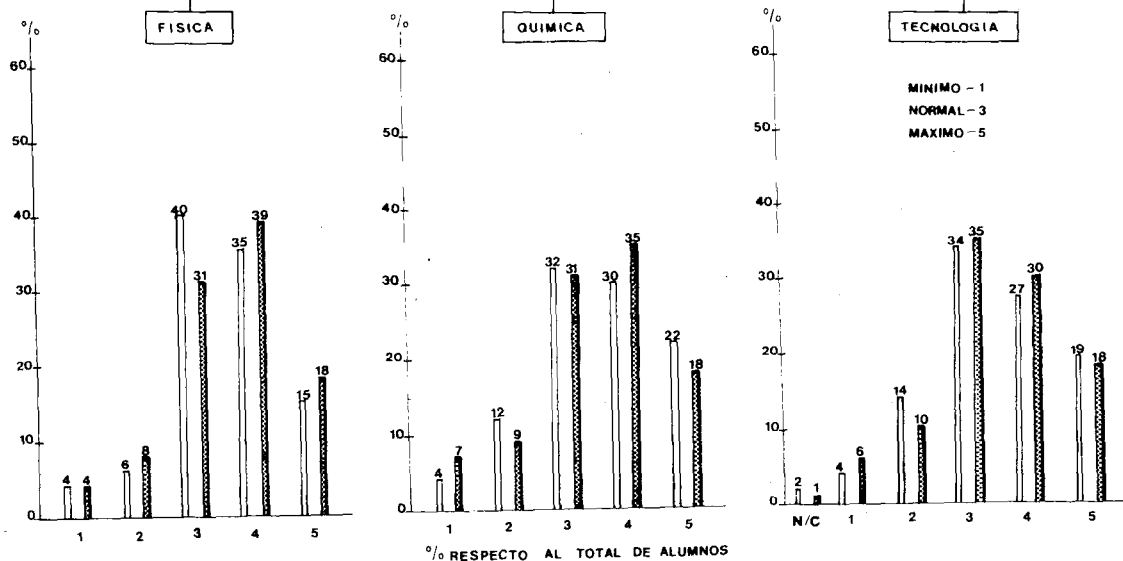
VALORA EL INTERES POR EL ESTUDIO DE LA ...

INCITEC/82

MLC/83

CUESTIONARIO-1

CUESTIONARIO-2

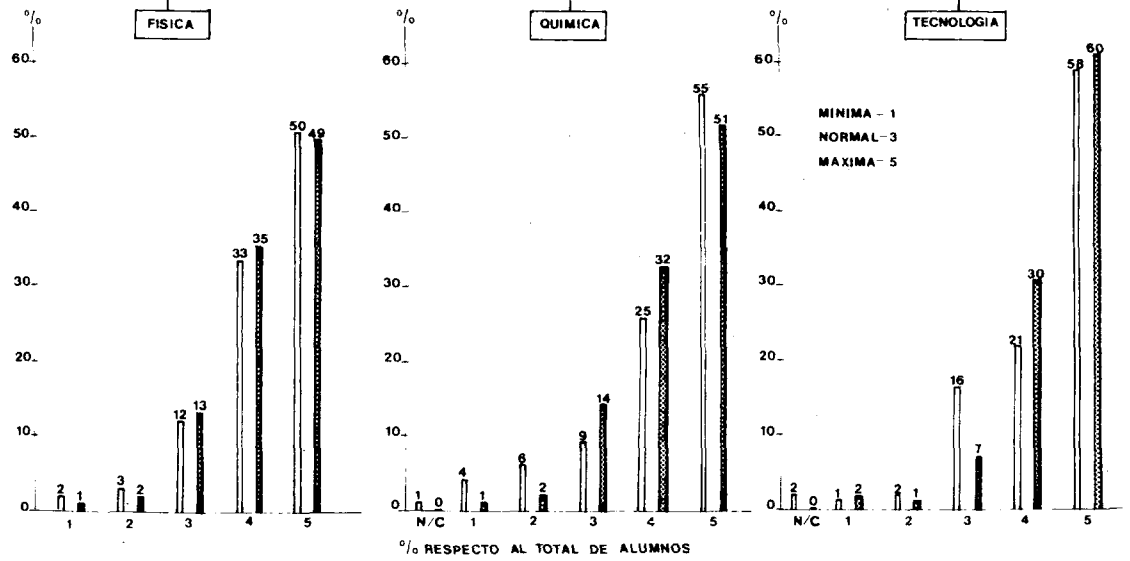


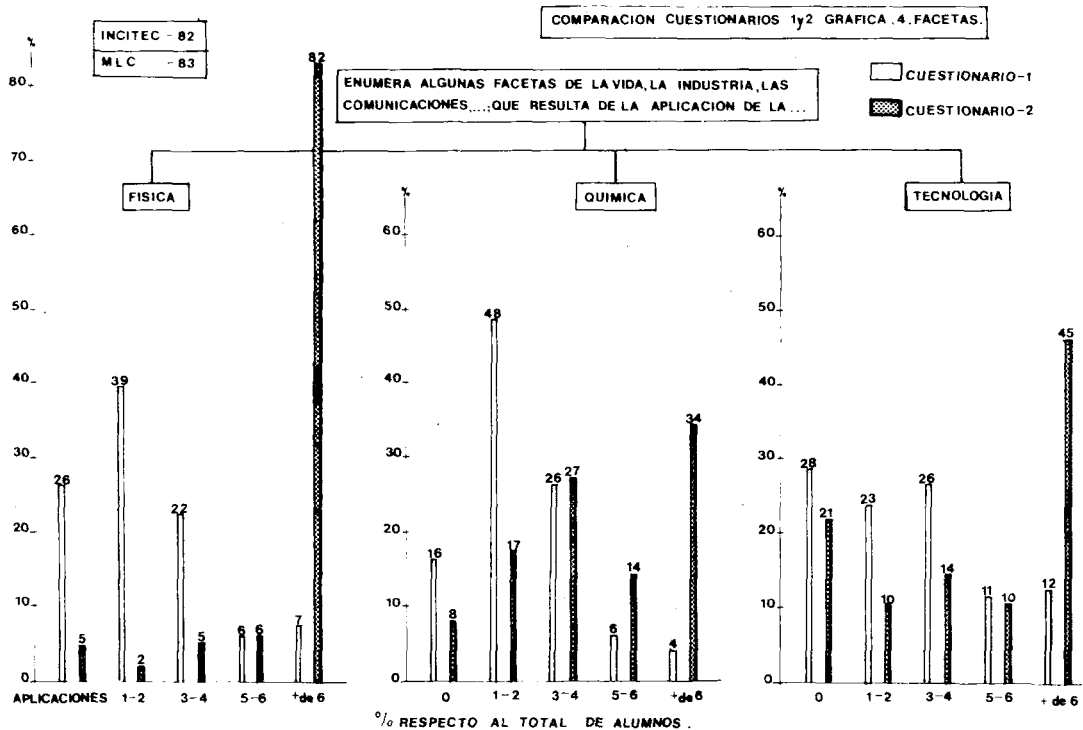
COMPARACION CUESTIONARIOS 1y2 GRAFICA-3 UTILIDAD

VALORA LA UTILIDAD PRACTICA DE LA...

□ CUESTIONARIO -1
 ■ CUESTIONARIO -2

INCITEC / 82
 MLC / 83





7.3.3. b) Análisis de resultados. Comparación entre los cuestionarios 1 y 2. Resultados totales

GRAFICA 1. *Definiciones de Física, Química y Tecnología*

El estudio comparativo de los resultados de los dos cuestionarios permite constatar el incremento de mejoría producido en los resultados del cuestionario 2 respecto al cuestionario 1.

Si consideramos como *positivos los valores 2 y 3*, comprobamos que la definición positiva de Física ha pasado del 42 al 75 %; la de Química, del 50 al 73 %, y la de Tecnología, del 36 al 66 %.

Por otra parte, los *valores máximos* han pasado del 14 al 41 % en Física, del 15 al 46 % en Química, y del 10 al 34 % en Tecnología.

Como consecuencia, han descendido los *valores mínimos (1)*, del 58 al 25 % en Física, del 50 al 22 % en Química, y del 64 al 34 % en Tecnología.

Resumimos todo esto en la siguiente tabla:

TABLA 1 **Definiciones de F, Q y T**

| Resultados (%) | CORRECTOS (3) | | Incre- mento | POSITIVOS (2-3) | | Incremento positivo |
|------------------|---------------|----|-----------------|-----------------|----|------------------------|
| | 1 | 2 | | 1 | 2 | |
| Física | 14 | 41 | 27 | 42 | 75 | 33 |
| Química | 15 | 46 | 31 | 50 | 73 | 23 |
| Tecnología | 10 | 34 | 24 | 36 | 66 | 30 |
| Valor medio | 13 | 40 | 27 | 43 | 71 | 28 |

Como puede comprobarse, *ha habido un incremento medio del 27-28 % en los resultados máximos y positivos del cuestionario 2 con relación al cuestionario 1.*

GRAFICA 2. Interés por el estudio de la Física, Química y Tecnología

Consideramos nuevamente como *positivos los valores 3, 4 y 5*, y observamos que el interés positivo en Física a pasado del 90 % en el cuestionario 1 al 88 % en el cuestionario 2, que el interés positivo por la Química no ha variado (84 %), y el *interés positivo por la Tecnología se ha incrementado en tres puntos al pasar del 80 al 83 %*.

Si referimos nuestro análisis a los *valores máximos*, comprobamos que ha aumentado en el caso de la Física (15 al 18 %) y disminuido ligeramente en Química (22 al 18 %) y en la Tecnología (19 al 18 %).

Resumimos estos resultados en la tabla siguiente:

TABLA 2 Interés por el estudio de F, Q y T

| Resultados (%) Cuestionario | MAXIMOS (5) | | Incremento | POSITIVOS (3-4-5) | | Incremento positivos |
|--------------------------------|-------------|----|------------|-------------------|----|----------------------|
| | 1 | 2 | | 1 | 2 | |
| Física | 15 | 18 | 3 | 90 | 88 | -2 |
| Química | 22 | 18 | -4 | 84 | 84 | 0 |
| Tecnología | 19 | 18 | -1 | 80 | 83 | 3 |
| Valor medio | 19 | 18 | -1 | 85 | 85 | 0 |

El interés por el estudio de la Física, Química y Tecnología aparecía ya con valores muy altos en el cuestionario 1, debido a lo cual era de esperar que resultase muy difícil superarlo. Efectivamente, *el valor medio del interés positivo es prácticamente el mismo en ambos cuestionarios, aunque ligeramente superior en el cuestionario 2*. Si aparece en ambos con el mismo valor se debe a la aproximación a unidades enteras de tanto por ciento. A pesar de ello, *destacamos el incremento de tres puntos en el interés por el estudio de la Tecnología*.

GRAFICA 3. Utilidad práctica de la Física, Química y Tecnología

Los valores positivos (3-4-5) nos dan para la Física un 95 % en el cuestionario 1 y un 97 % en el cuestionario 2; para la Química, 89 y 97 %, y para la Tecnología, 93 y 97 %.

Los valores máximos (5) han disminuido ligeramente en Física (50 a 49 %) y en Química (55 a 51 %) y aumentado en Tecnología (58 a 60 %).

Resumimos estos datos en la tabla siguiente:

TABLA 3 Utilidad práctica de F, Q y T

| Resultados (%) | MAXIMOS (5) | | Incremento | POSITIVOS (3-4-5) | | Incremento positivos |
|-------------------|-------------|----|------------|-------------------|----|----------------------|
| | 1 | 2 | | 1 | 2 | |
| Cuestionario | | | | | | |
| Física | 50 | 49 | - 1 | 95 | 97 | 2 |
| Química | 55 | 51 | - 4 | 89 | 97 | 8 |
| Tecnología | 58 | 60 | 2 | 95 | 97 | 2 |
| Valor medio | 54 | 53 | - 1 | 93 | 97 | 4 |

A pesar del elevado valor medio asignado a la utilidad práctica positiva de la Física, Química y Tecnología en el cuestionario 1 (93 %), se ha incrementado en el cuestionario 2 en cuatro (4) puntos (97 %).

En el caso concreto de la Tecnología, la utilidad práctica positiva se ha incrementado en 2 %, pero lo que es más significativo es que un 60 % de los alumnos le asignan —en el cuestionario 2— la máxima utilidad (5), cuyo valor no es alcanzado ni por la Física (49 %) ni por la Química (51 %). Además, los valores 5 y 4 (máximo y anterior al máximo) se los atribuyen a la Tecnología un 90 % de los alumnos, lo cual nos hace pensar que la mayor parte de los alumnos de segundo curso

que han participado en esta experiencia comprenden la importancia práctica de la Tecnología.

GRAFICA 4. *Facetas de la vida, de la industria, de las comunicaciones, etc., en las cuales puede ser útil la Física, la Química, la Tecnología*

Consideramos como *positivos los tres últimos resultados*, y comprobamos que la Física pasa del 35 % en el cuestionario 1 al 93 % en el cuestionario 2, la Química del 36 al 75 % y la Tecnología del 49 al 69 %.

Los *valores máximos* (más de seis facetas) han pasado del 7 al 82 % en Física, del 4 al 34 % en Química y del 12 al 45 % en Tecnología.

Los porcentajes de alumnos que no enumeran *ninguna faceta de aplicación* han disminuido en todos los casos, del 26 al 5 % en Física, del 16 al 8 % en Química y del 28 al 21 % en Tecnología.

Recogemos todos estos resultados en la siguiente tabla:

TABLA 4

Facetas de la vida, de las comunicaciones, de la industria, etc., que resultan de la aplicación de F, Q y T

| Resultados (%) | Mínimos (0) | | Incremento | Máximos más de 6 | | Incremento | Positivos (3-4-5) | | Incremento |
|------------------|-------------|----|------------|------------------|----|------------|-------------------|----|------------|
| | 1 | 2 | | 1 | 2 | | 1 | 2 | |
| Cuestionario | | | | | | | | | |
| Física | 26 | 5 | -21 | 7 | 82 | 75 | 35 | 93 | 58 |
| Química | 16 | 8 | -8 | 4 | 34 | 30 | 36 | 75 | 39 |
| Tecnología | 28 | 21 | -7 | 12 | 45 | 33 | 49 | 69 | 20 |
| Valor medio | 23 | 11 | -12 | 8 | 54 | 46 | 40 | 79 | 39 |

Como puede comprobarse de los datos anteriores, se ha producido un *incremento medio extraordinaria-*

mente alto en los valores medios positivos (¡39 %!) del número de facetas que los alumnos son capaces de enumerar como aplicaciones de la Física, la Química, la Tecnología. El máximo incremento corresponde a la Física (58 %), seguido de la Química (39 %) y de la Tecnología (20 %).

Ha habido un incremento medio del 46 % en el número de alumnos que son capaces de enumerar más de seis (6) facetas de aplicación de la F, Q, T. Con estos resultados se encuentra una cierta *relación entre* el altísimo valor asignado por los alumnos a *la utilidad de la F, Q, T* (97 %) y *las aplicaciones* que ellos conocen, lo cual estaba muy lejos de conseguirse en el cuestionario 1, ya que solamente el 8 % era capaz de superar esas seis (6) aplicaciones.

También puede comprobarse una disminución del 12 % en el valor medio de los alumnos que no enumeran ninguna faceta de aplicación, lo cual representa un hecho positivo a tener en cuenta a la hora de evaluar los resultados obtenidos. De todos modos es todavía preocupante que el 11 % de los alumnos encuestados no enumere ninguna faceta de aplicación de F, Q, T.

Queremos significar que *no se han establecido comparaciones entre el resto de los resultados de los cuestionarios 1 y 2, porque se refieren a situaciones distintas en un cuestionario y en otro y, por tanto, no procede un análisis paralelo.*

7.3.3.c) Conclusiones. Comparación entre los cuestionarios 1 y 2. Resultados totales

De la comparación entre los cuestionarios 1 y 2 se llega a las siguientes conclusiones:

1. Las definiciones de Física, Química, Tecnología han sido contestadas correctamente por un 27 % más de alumnos en el segundo cuestionario que en el primero. En los valores positivos también se ha producido un incremento del 28 %.

2. El interés medio por el estudio de la F, Q, T alcanza el 85 % en ambos cuestionarios.

3. Se detecta un ligero aumento (del 80 al 83 %) en interés positivo por el estudio de la Tecnología.

4. Un 97 % de los alumnos asignan —en el cuestionario 2— valores positivos a la utilidad práctica de la F, Q, T, lo cual supone un incremento del 3 % respecto al cuestionario 1.

5. El 60 % de los alumnos asignan —en el cuestionario 2— el valor máximo de utilidad (el 5) a la Tecnología. Los valores 5 y 4 (máximo y anterior al máximo) se lo atribuyen a la Tecnología el 90 % de los alumnos.

6. Ha habido un incremento considerable en el número de aplicaciones prácticas de la F, Q, T, que los alumnos son capaces de enumerar:

— Los valores considerados como positivos han pasado del 40 al 79 %, lo cual representa un aumento del 40 % por término medio.

— Se ha producido un incremento del 46 % en el número de alumnos que son capaces de enumerar más de seis (6) facetas de aplicación de F, Q, T.

— Se ha producido una disminución del 12 % en el número de alumnos que no enumeran ninguna faceta de aplicación de la Física, de la Química, de la Tecnología.

8

BIBLIOGRAFIA

8.1. INFORMACION FACILITADA A TRAVES DE LOS ORDENADORES DEL MINISTERIO DE CULTURA

Hemos utilizado el Servicio «Puntos de Información Cultural» (PIC) del Ministerio de Cultura, que tiene registrados todos los libros que han solicitado ISBN desde 1965. Los centros de Madrid y Santander, a cuyos responsables queremos expresar nuestro agradecimiento, nos han servido listados, de los cuales hemos seleccionado las referencias bibliográficas que se dan a continuación:

a) OBRAS GENERALES

(1) Asimov, Isaac (1982): *Enciclopedia Biográfica de Ciencia y Tecnología*. Alianza Editorial. Madrid.

(2) Arnold, P. (1981): *Ciencia y Tecnología*. Editorial Molinos. S.C.R. Barcelona.

(3) *Diccionario de la Tecnología* (1980). Círculo de Lectores. S. S. Madrid.

(4) *Enciclopedia de la Ciencia* (1977). Editorial Casanovas. M. Barcelona.

(5) *Enciclopedia de la Ciencia y de la Técnica* (6 tomos) (1977). Editorial Danae, S. A. Barcelona.

(6) *Enciclopedia de la Ciencia y de la Técnica* (1981). Editorial Nauta. Barcelona.

(7) Le Chatelier, H.: *Ciencia e Industria*. Editorial Espasa-Calpe. sa-Calpe.

(8) *Nomenclatura Internacional para los campos de la Ciencia y la Tecnología* (1978). Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid.

(9) Primera Reunión Iberoamericana de Ciencia y Tecnología. Instituto de Cultura Hispánica. Madrid.

(10) Ramírez, B., y otros (1980): *Ética, Ciencia y Tecnología*. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Cartago (Costa Rica).

(11) Santiago-Otero, H. (1979): *Humanismo y Tecnología en el mundo actual*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.

b) OBRAS ESPECIFICAS

(12) Báñez, R.: *Tecnología Química*. Editorial Vicens Vives. Barcelona.

(13) Calvo Hernando, M.: *Crisis de la Tecnología*. Editorial Bru-guera. Barcelona.

(14) Calvo Hernando, M.: *Introducción a la Tecnología*. Editorial Anaya. Salamanca.

(15) Casas Sabata, J. M. (1976): *Tecnología Química* (1 y 2). Editor-ial Don Bosco. Barcelona.

(16) Gore, W. L.: *Métodos estadísticos de experimentación química y tecnológica*. Madrid.

(17) Malla Garcia, F. (1963): *Nociones de Tecnología Aeronáutica*. Editorial Dossat, S. A.

(18) Marshall, S. (1972): *Láser, tecnología y aplicaciones*. Editor-ial Reverté.

(19) Merlet, R. (1969): *Tecnología de la Electricidad*. Editorial Aguilar.

(20) Negro López, J. A. (1969): *Tecnología*. Editorial Everest.

(21) *Química-Física como introducción a la Tecnología* (1982). Editorial Urmo, S. A.

(22) Ramos Alegre (1971): *Tecnología Aeroespacial*. Editorial Dossat, S. A.

(23) Rex, A. (1977): *Lo que queremos saber sobre la Técnica*. Editor-ial Everest. Madrid. Obra de divulgación.

(24) Winnacker, K. (1961): *Tecnología Química*. Editorial Gusta-vo Gili, S. A.

8.2. OTRAS REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

a) OBRAS GENERALES

(1) Acta 2000 (1976): *Tecnología* (tomo 8). Editorial Rialp. Ma-drid.

(2) *Cómo funciona*. Enciclopedia Salvat de la Técnica (tomos 1 a 10) (1980-1981). Editorial Salvat. Barcelona. Obra muy recomendable.

(3) *Enciclopedia Visual (tomos 1 a 8)*. Editorial Salvat.

(4) Fernández Uria, E.: *Estructura y Didáctica de las Ciencias*, capítulo III. *Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Servicio de Publicaciones. Recoge interesantes reseñas bibliográficas.

(5) Friedmann, G. (1970): *El hombre y la técnica*. Editorial Ariel.

(6) *Historia de la Tecnología (3 tomos)*. Editorial Siglo XXI.

(7) Knoll, K. (1974): *Didáctica de la enseñanza de la Física*. Editorial Kapelusz. Buenos Aires. Bibliografía interesante.

(8) *Nuevas tendencias en la enseñanza integrada de las ciencias*, volumen II (1975), volumen III *Formación de profesores* (1977). Editorial UNESCO.

(9) Strandh, S. (1982): *Historia de la máquina*. H. Blume Ediciones. Madrid.

(10) Timm, A. (1971): *Pequeña historia de la Tecnología*. Ediciones Guadarrama. Punto Omega. Madrid.

b) ARTICULOS

Véanse los ya citados en los apartados:

2. Integración ciencia-tecnología.

5. Desarrollo de un tema completo...

y los que figuran en el *apéndice de la referencia* (8) del apartado anterior. De las 120, destacaríamos 15.

(11) Chisman, D. G. (1973): *Enseñando ciencia integrada*. *The Science Teacher* (EE. UU.), págs. 20-22.

(12) García Gil, A. (1977): *Pretecnología en la segunda etapa de EGB*. EDUTEC, ICE de la Universidad Politécnica de Madrid, números 14-15.

(13) Gipps, G. (1963): «Algunas cualidades que la industria busca en los estudiantes de ciencias», *The Australian Science Teachers Journal*, vol. 9, núm. 3, págs. 35-48.

(14) Hofman, E. (1970): *Educación en ciencia para satisfacer las necesidades del mundo moderno*. *Science Teacher*. USA, mayo, páginas 40-45.

(15) Scott, C. B.: «El lugar de la tecnología en un *curriculum* integrado», en *School Council Technology Bulletin*, núm. 2, marzo 1968. *Gran Bretaña*.

c) DIVULGACION

(16) Biblioteca Juvenil Bruguera (1980): Editorial Bruguera: Núm. 2: Nicolson, I.: *La exploración del espacio*.

Núm. 4: Taylor, J. W.: *Cohetes y proyectiles*.

Núm. 7: Nicolson, I.: *Astronomía*.

Núm. 13: Clark, J. O. E.: *Computadoras en acción*.

(17) Ciencias aplicadas. Biblioteca Juvenil Bruguera (3 tomos) (1980). Editorial Bruguera.

(18) Colección Ciencia Visión. Jaimes Libros, S. A. Barcelona. Entre otros títulos. *El agua y la energía, Metales, Informática...*

(19) Colección el joven científico. Editorial SM y Editorial Plesa. Entre otros: *El libro de la Electricidad*.

(20) Coll, C. (1978): *Los niños descubren la Física*. CEAC. Barcelona.

(21) Muslin, E. (1974): *Máquinas del siglo XX*. Editorial MIR. Moscú.

d) PROYECTOS Y CENTROS DE INVESTIGACION E INFORMACION

Véanse los apéndices que figuran al final de Nuevas Tendencias en la enseñanza integrada de las ciencias (referencia 8 del apartado 8.2.a), especialmente en tomo II, las números: 12, 31, 51, 62.

(22) Centro para el desarrollo tecnológico industrial. Ministerio de Industria y Energía, calle Ramírez de Arellano, s/n., edificio Gan, 6.ª planta. 28027 Madrid.

(23) National Centre for School Technology Trent Polytechnic Nottingham (Gran Bretaña). Ha organizado en 1982 el 2nd. INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON WORLD TRENDS IN SCIENCE EDUCATION. Pueden pedirse las actas del Simposio al National Center... Burton Steet. Nottingham (Gran Bretaña).

(24) Project Technology (desde los once a los dieciocho años). Harrison, G. B. (1967-1972) Loughborough College Education. Leicestershire (Gran Bretaña).

(25) The Open University en Gran Bretaña. Cursos de Facultad de segundo nivel de integración ciencia-tecnología.

(26) University of Maryland, College Park, Maryland 20742 USA. Chemistry Department y Science Teaching Center.

e) REVISTAS

(27) Investigación y Ciencia (mensual). Edición en español de Scientific American. Prensa Científica. Barcelona. Especialmente el número 7, noviembre de 1982, dedicado a la mecanización del trabajo.

(28) Mundo Científico (mensual). Editorial Fontalba. Barcelona, núms. 1, 2, 4, 6 y 9.

(29) Muy Interesante (mensual). Editorial Orbe. Mantiene una sección que titulan *Cómo funciona*, que es muy interesante.

(30) *Química e Industria* (mensual). Asociación Nacional de Químicos de España, Sagasta, 87. 28006 Madrid.

(30') *Algo* (mensual). Revista de información científica, técnica y cultural. Editorial Hogar y Moda. Barcelona.

f) OTROS

(31) Hellin Moro, E. (1974). Curso de Electrónica General Práctica. Primeras Prácticas de Electrónica. Ediciones CEDEL. Barcelona.

(32) The Open University. Curso básico de ciencias, unidades 33 y 34. Ciencia y Sociedad, 1974. Mc Graw-Hill. Colombia.

Véanse referencias bibliográficas en los apartados 2 (integración ciencia-tecnología) y 5 (Desarrollo de un tema completo).

9

INDICE

INDICE

| | <u>Págs.</u> |
|---|--------------|
| SUMARIO | 9 |
| 1. INTRODUCCION | 11 |
| 2. INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA .. | 21 |
| 3. EL PLANTEAMIENTO DE LA INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA | 29 |
| 4. ACTIVIDADES RELACIONADAS CON LA INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA .. | 35 |
| 1. Definición de conceptos | 37 |
| 2. Medida de magnitudes | 37 |
| 3. Preguntas abiertas | 38 |
| 4. Trabajos bibliográficos | 38 |
| 5. Trabajos con recortes de prensa | 38 |
| 6. Funcionamiento de aparatos | 39 |
| 7. Problemas numéricos | 39 |
| 8. Visitas a instalaciones industriales | 39 |
| 5. DESARROLLO DE UN TEMA COMPLETO CON INCLUSION DE ACTIVIDADES DE INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA .. | 43 |
| Tema: TRABAJO, POTENCIA, ENERGIA .. | 47 |
| 5.1. Trabajo | 48 |
| Actividad 5.1.1. Aparatos-sistemas que sirven de apoyo al concepto de trabajo ... | 49 |
| Actividad 5.1.2. Experiencia de laboratorio | 53 |
| Actividad 5.1.3. Pregunta abierta | 54 |
| Actividad 5.1.4. Trabajo bibliográfico | 56 |
| Actividad 5.1.5. Ejercicios y problemas .. | 59 |

| | <u>Págs.</u> |
|--|--------------|
| 5.2. Potencia | 59 |
| Actividad 5.2.1. Experiencia de laboratorio | 59 |
| Actividad 5.2.2. Trabajo bibliográfico | 60 |
| Actividad 5.2.3. Ejercicios y problemas .. | 61 |
| 5.3. Energía | 62 |
| Actividad 5.3.1. Lectura | 62 |
| Actividad 5.3.2. Trabajo con recortes de prensa | 63 |
| Actividad 5.3.3. Titulares de prensa relacionados con la energía | 64 |
| Actividad 5.3.4. Trabajos bibliográficos .. | 65 |
| Actividad 5.3.5. Visitas a instalaciones industriales | 65 |
| Actividad 5.3.6. Funcionamiento de algunos aparatos, sistemas o procesos | 68 |
| Actividad 5.3.7. Ejercicios y problemas .. | 69 |
| 5.4. Máquinas simples | 69 |
| Actividad 5.4.1. Experiencias de laboratorio | 69 |
| Actividad 5.4.2. Trabajo bibliográfico | 70 |
| Actividad 5.4.3. Funcionamiento de máquinas complejas | 71 |
| 6. DESARROLLO DE ACTIVIDADES DE INTEGRACION CIENCIA-TECNOLOGIA | 73 |
| 6.1. Los dispositivos técnicos responsables de las transformaciones energéticas | 75 |
| 6.2. La transmisión de energía en forma de calor | 79 |
| 6.2.1. El concepto de calor | 80 |

| | <u>Págs.</u> |
|---|--------------|
| 6.2.2. La consecución de los focos de temperatura elevada | 84 |
| a. Combustiones | 84 |
| a.1. Tipos de combustibles | 84 |
| a.2. Dispositivos para la combustión | 85 |
| a.3. Poder calorífico | 88 |
| a.4. Aplicaciones | 89 |
| b. Corriente eléctrica | 90 |
| 6.2.3. Máquinas térmicas | 91 |
| a. Motores de combustión interna . | 92 |
| b. Máquina de vapor | 95 |
| c. Motores a reacción | 97 |
| d. Cohetes | 100 |
| 6.2.4. Procesos industriales en los que se emplea energía térmica | 102 |
| 6.2.5. Los cambios de estado y la liofilización | 103 |
| 6.2.6. La producción de bajas temperaturas | 104 |
| a. Frigoríficos y congeladores | 105 |
| b. Refrigeración | 108 |
| c. Temperaturas muy bajas | 109 |
| 6.3. Los generadores de movimiento | 109 |
| 6.3.1. Las causas del movimiento y la técnica | 109 |
| 6.3.2. El movimiento debido a las interacciones | 111 |
| 6.3.3. Las máquinas productoras de movimiento | 114 |

| | <u>Págs.</u> |
|--|--------------|
| 1. Máquinas térmicas | 114 |
| 2. Motores eléctricos | 115 |
| 6.3.4. El rozamiento y el movimiento | 115 |
| 6.4. El electromagnetismo, un eslabón para la integración ciencia-tecnología | 117 |
| 6.4.1. Introducción | 117 |
| 6.4.2. Planteamiento del tema del electro- magnetismo | 118 |
| 6.4.3. Cuadro de integración | 119 |
| 1. Efectos magnéticos de la corrien- te eléctrica | 119 |
| 2. Acción de los campos magnéticos sobre partículas cargadas | 120 |
| 3. Corrientes inducidas creadas por campos magnéticos variables | 123 |
| 4. Ondas electromagnéticas | 125 |
| a. Emisora de radio | 127 |
| b. Receptor de radio | 128 |
| c. Emisor-receptor de TV | 129 |
| 6.4.4. Contenidos del tema del electromag- netismo | 130 |
| a. Guión | 130 |
| b. Diagramas de desarrollo y aplica- ciones | 132 |
| 7. ANEXOS | 135 |
| 7.1. Valoración de la adecuación de los temas del programa de física y química de segun- do curso de Bachillerato a la integración ciencia-tecnología | 137 |

| | |
|--|-----|
| 7.2. La integración ciencia-tecnología en los libros de texto | 143 |
| 7.3. Resultados de los cuestionarios de valoración de la integración ciencia-tecnología ... | 147 |
| 7.3.1. Cuestionarios | 147 |
| Cuestionario 1 | 150 |
| Cuestionario 2 | 153 |
| 7.3.2. Muestra | 156 |
| 7.3.3. Comparación entre los resultados .. | 158 |
| a. Gráficas | 158 |
| b. Análisis de resultados | 163 |
| c. Conclusiones | 167 |
| BIBLIOGRAFIA | 169 |

Manuel Luis Casalderrey García es catedrático de Física y Química de institutos de Bachillerato y fue director adjunto del ICE de la Universidad de Santiago de Compostela.

La **TECNOLOGIA** está muy presente en el mundo actual y, sin embargo, la mayor parte de las veces está ausente de las aulas en las que se enseña **CIENCIA**. La integración **CIENCIA-TECNOLOGIA** es un planteamiento didáctico-metodológico que trata de conectar los principios de la **CIENCIA** con las realizaciones de la **TECNOLOGIA**, buscando un estudio global de los problemas, un acercamiento de la enseñanza a la realidad y una mayor motivación para el aprendizaje de las ciencias.

En esta obra se trazan los caminos por los que se pueden llegar a la integración **CIENCIA-TECNOLOGIA** y se estructuran las actividades que posibilitan la puesta en práctica de este planteamiento.