

# ***EL CONTROL SOCIAL DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA: UN MÓDULO DE APRENDIZAJE PARA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD.***

Pilar Mora Góngora  
IES Vicente Medina. Archena  
M<sup>a</sup> Dolores Gálvez Sánchez  
IES El Bohío. Cartagena  
José Carpena Guaita  
Centro de Profesores Murcia II

## **INTRODUCCIÓN**

La investigación didáctica ha puesto de manifiesto que la enseñanza de las ciencias tiende a centrarse en los conocimientos, olvidando aspectos históricos, sociales y de relación con el entorno, tan importantes en el desarrollo de la propia Ciencia. En las últimas décadas han surgido nuevos movimientos educativos centrados en la adquisición de otras capacidades, además del propio conocimiento. Es el caso del enfoque CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) que está adquiriendo una progresiva importancia en la enseñanza de las ciencias. Aunque, Membiela (1997) indica en una reciente revisión de este movimiento que *su influencia en los diferentes niveles del sistema educativo español ha sido hasta ahora reducida*, consideramos que la aparición de la asignatura CTS en el currículo de Bachillerato así como, la introducción de bloques de contenidos CTS en las disciplinas de ciencias experimentales de 1<sup>o</sup> y 2<sup>o</sup> de Bachillerato puede resultar positivo en esta nueva apuesta educativa.

Uno de los problemas fundamentales que preocupan al profesorado que imparte la asignatura es la escasez de materiales curriculares con un enfoque adecuado para la asignatura de CTS. Ante tal realidad y la necesidad de ofertar esta materia en nuestros centros, se formó en el CPR Murcia II un grupo de profesores de distintas especialidades (ciencias experimentales, filosofía y tecnología) con el fin de intentar elaborar una programación para la asignatura, así como planificar, elaborar y experimentar en el aula los materiales que la desarrollan.

Tras la propuesta para la organización sistémica de los contenidos de CTS como materia independiente (Carpena y Moya, 1997), se están elaborando materiales y evaluándoles en el aula.

En el presente trabajo trataremos de esbozar cómo hemos diseñado la unidad didáctica “El control social de la Ciencia y la Tecnología” que forma parte de las ocho unidades que componen esa programación.

## PLANIFICACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

En la selección, organización y secuenciación de los contenidos de la unidad consideramos las tareas de análisis científico, análisis didáctico, selección de objetivos, selección de estrategias didácticas y de evaluación según el modelo propuesto por Sánchez y Valcárcel (1993).

### Análisis científico

Este tipo de análisis tiene como objetivo la estructuración de la unidad didáctica mediante la explicitación de los esquemas conceptuales que pretendemos que adquieran los alumnos y deberá responder a las preguntas ¿qué es?, ¿por qué es así? y ¿para qué?.

La selección de los contenidos necesarios para la *identificación* debe responder al primer interrogante, al ¿qué es?. Es aquí donde se describen los elementos básicos de la unidad, que separaremos en dos cuestiones fundamentales: la evaluación de las tecnologías (Quintanilla, 1989) y las políticas científicas.

1. En el apartado de evaluación de las tecnologías definimos y desarrollamos:
  - Evaluación interna, realizada por expertos y responde a criterios de costes/beneficios siendo valorado finalmente que sea “técnicamente valioso”.
  - Evaluación externa, realizada por la sociedad, se basa en criterios de utilidad y se valora fundamentalmente los efectos de su uso.
2. En políticas científicas consideramos:
  - Desarrollo de los programas I+D.
  - Financiación de la investigación
  - Investigación básica y aplicada

Los contenidos de *interpretación* del control social de la ciencia y la tecnología deben responder al segundo interrogante ¿por qué es así?. En nuestro

caso tratan de explicar cuales son las conexiones ente los objetivos tecnocientíficos y los objetivos de desarrollo socioeconómicos, y para ello se aportarán modelos interpretativos diferentes, como la concepción del determinismo tecnológico, que sólo tiene en cuenta factores técnicos, y el modelo de construcción social, que además de los factores técnicos considera factores culturales políticos y económicos. Con estos modelos se deben responder las siguientes cuestiones:

- ¿Es la sociedad la que condiciona el avance científico o es el sistema económico-productivo el que genera necesidades tecnológicas a la sociedad?
- ¿Cómo ha influido la ciencia y la tecnología en el progreso social a lo largo de la historia?
- ¿Quién controla o debe controlar el gasto/ las inversiones en los temas tecnocientíficos?
- ¿Cómo es la financiación de los programas de investigación, ej: Programas I+D?
- ¿Es necesario hacer una evaluación a las actividades y/o artefactos tecnocientíficos?
- ¿Cuál es la importancia de la participación ciudadana en la toma de decisiones de los procesos tecnocientíficos, en definitiva, en la política científica?

Finalmente, debemos posibilitar que el alumno/a sea capaz de aplicar lo aprendido a situaciones prácticas relativas a temas tecnocientíficos, responderemos así al tercer interrogante ¿para qué?. Para ello, se seleccionan casos reales, actuales y si es posible de su entorno con el fin de aumentar la motivación en lo que se estudia. Algunos ejemplos son casos relacionados con la biotecnología (ventajas e inconvenientes de la medicina predictiva), con el uso de energías (energías de procesos nucleares), con las infraestructuras y el medio ambiente, residuos urbanos e industriales (problemática de las incineradoras), etc...

Para seleccionar los contenidos científicos es interesante desde el punto de vista pedagógico la diferenciación en contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales. Si bien el enfoque CTS por sus propio carácter hace fundamentalmente importante las actitudes hacia la ciencia.

### **Contenidos conceptuales**

La delimitación de los conceptos se refleja en el mapa conceptual (Figura I) donde quedan insertos los contenidos de identificación, interpretación y aplicación, que puede ser completado con el mapa de la Figura II para que sirva de complemento científico-didáctico para el profesor, ya que en estos temas CTS,

como apuntamos, existe escasez de materiales curriculares, quedando a voluntad del profesorado que imparte esta asignatura en el Bachillerato dar este enfoque de la ciencia y la tecnología como una actividad humana.

### **Contenidos procedimentales**

Continuando el esquema establecido para el análisis científico delimitaremos los procedimientos utilizando el marco de reflexión de las cuatro preguntas que propone Gowin (Novak y Gowin, 1988): ¿qué queremos estudiar? o ¿cuál es la pregunta clave?, ¿qué conceptos básicos debe conocer el alumno previamente? ¿cuáles son los procedimientos o métodos de investigación que se requieren para responder a lo que queremos estudiar? y ¿a qué afirmaciones del conocimiento queremos llegar?

### **Preguntas clave**

- ¿Cómo se define el progreso tecnológico?
- ¿Coincide progreso tecnológico con progreso social?
- ¿Qué es la evaluación de las tecnologías? Tipos de evaluaciones .
- ¿De qué factores dependen las evaluaciones interna y externa?
- ¿Son independientes las evaluaciones interna y externa?
- ¿Qué es un programa I+D?
- ¿Qué son y cuáles son las diferencias entre investigación básica y aplicada?
- ¿Quién financia las investigaciones? ¿Qué investigaciones son financiadas?
- ¿Cómo es la política científica en España?
- ¿Existe cooperación en materias científica tecnológica entre distintos países?
- ¿Cómo y por qué están relacionados el sistema ciencia-técnica con el sistema productivo?
- ¿Qué significa y por qué es necesario el control social del tecnosistema?
- ¿Cómo influye o debería influir la opinión pública en la toma de decisiones científico-tecnológicas?
- ¿Por qué es necesario una evaluación de consecuencias para la implantación de una determinada tecnología?

### Conceptos básicos.

Progreso	Política científica
Desarrollo económico	Sistema productivo
Desarrollo social	Investigación básica
Actividad científico-tecnológica	Investigación aplicada
Evaluación	Financiación

### Procedimientos o métodos de investigación

- Descripción de ventajas e inconvenientes en las tecnologías de uso cotidiano.
- Identificación de hábitos de nuestra vida influenciados por artefactos de uso cotidiano.
- Reconocimiento de las ideas principales sobre evaluación de las tecnologías en un texto escrito.
- Identificación de variables en la evaluación externa.
- Uso y aplicación de modelos interpretativos para el desarrollo tecnocientífico.
- Inferencia del modelo de desarrollo tecnológico subyacente en las ideas y opiniones recogidas de diferentes fuentes.
- Establecimiento de relaciones entre las variables (sociales, económicas, ambientales) que se producen por una implantación tecnológica dada.
- Elaboración de informes sobre las consecuencias del uso de una tecnología.
- Interpretación de gráficas sobre financiación en investigación básica y aplicada en los distintos países.
- Participación en debates (sobre temas tecnocientíficos) para fomentar el espíritu crítico.
- Elaboración de esquemas y mapas conceptuales a partir de información que relacione las actividades de investigación, el sistema productivo y los recursos disponibles.
- Utilización de diferentes fuentes bibliográficas (revistas de divulgación científica, informaciones de grupos ecologistas, informaciones oficiales como el B.O.E., etc.)

- Manejo y contrastación de informaciones con opiniones diferentes sobre una misma cuestión tecnocientífica.

### **Conclusiones a las que queremos llegar.**

- La ciencia no es neutral sino que se trata de una actividad humana.
- La imagen de los científicos ha evolucionado a lo largo de la historia pasando de ser ociosos de las investigaciones a formar parte de la “bolsa de trabajo”.
- El desarrollo tecnocientífico y el desarrollo social caminan de la mano ¿Quién domina a quién?
- Las consecuencias de la implantación tecnológica no siempre son predecibles, y por tanto se requiere participación ciudadana, tanto en la evaluación de consecuencias como en los objetivos de desarrollo.

### **Contenidos actitudinales**

Hablar de actitudes en una unidad CTS es redundar en su propia definición, ya que en su diseño está implícito la valoración crítica de las actividades científico-tecnológicas, así como la participación ciudadana en la toma de decisiones y sus consecuencias en la sociedad.

La concreción de las actitudes hacia la ciencia en esta unidad quedaría así:

- Concienciación de que las tecnologías forman parte de todas las actividades cotidianas.
- Reflexión de cómo queremos vivir valorando la cuestión progreso social frente a progreso tecnológico.
- Valoración de la importancia de la opinión de un experto en cuestiones relativas a la ejecución de una tecnología.
- Implicación en la lucha por la mejora del medio ambiente y más concretamente en el alejamiento del deterioro del mismo.
- Valoración de la importancia de la participación ciudadana en la toma de decisiones tecnocientíficas..
- Valoración de la necesidad de estar bien informado, es decir, que la información sea objetiva, coherente y representativa.
- Concienciación de la importancia de los medios de comunicación en la difusión de la información.

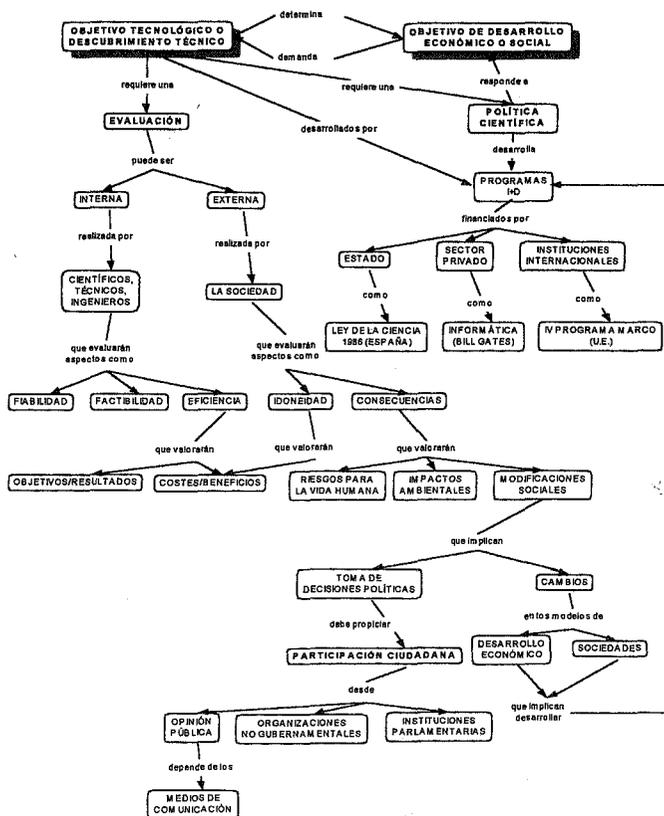


Figura I: Mapa conceptual

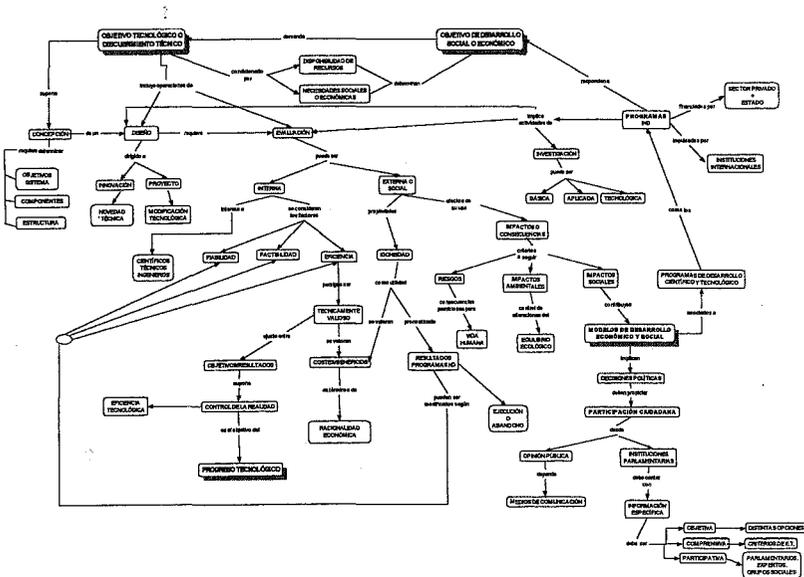


Figura II: Mapa conceptual para el profesor

**Análisis didáctico**

Una vez conocidos y organizados los contenidos científicos que se deben impartir nos planteamos la cuestión: ¿cómo debe realizarse el proceso E/A para que el alumno sea capaz de alcanzar los objetivos planteados?

En este momento, el elemento fundamental de estudio es el alumno y por tanto, nos debemos plantear ¿cuál es su capacidad cognitiva? Para ello, debemos responder a: ¿cuáles son las ideas previas del alumno?, ¿qué sabe del tema? y ¿cuál es el grado de desarrollo de las habilidades intelectivas y posibilidades de razonamiento del alumno para el procesamiento de la información? (Sánchez y Valcárcel, 1993).

Se conocen muchos estudios sobre ideas previas de los alumnos, pero más concretamente respecto a las actitudes de los estudiantes sobre la influencia

de la ciencia y la técnica sobre la sociedad y viceversa, tenemos los estudios de Vázquez y Manassero (1995) donde los alumnos ponen de manifiesto fundamentalmente: la conveniencia de una participación preeminente de los expertos en la toma de decisiones socio-científicas y la inadecuada utilización de la ciencia y la técnica para la resolución de problemas sociales, aunque opinen que son fuente y causa de una mejor calidad de vida.

Otros estudios sobre la imagen de la ciencia y los científicos en los estudiantes es el realizado por Solbes y Vilches (1992), cuyas conclusiones nos llevan a una imagen de la ciencia alejada de los problemas reales y además, negativa; consideran que las ciencias físico-químicas son las culpables de los grandes problemas medioambientales de la Humanidad. Los alumnos no conocen aplicaciones de la ciencia y la técnica ni sus implicaciones culturales, históricas, económicas y sociales, etc...

Por otra parte, la materia CTS se plantea como una optativa del currículo de Bachillerato, dejando libertad a los centros para ofertarla en el primer curso, en el segundo o en ambos. Después de debatir y contrastar opiniones de los distintos profesores con experiencia docente en la práctica de la asignatura, así como todo aquellos interesados por el tema parece que lo más conveniente es su impartición en el segundo curso, pues las exigencias operatorias de los contenidos requieren una mayor madurez cognitiva, así como un mayor bagaje de conocimientos interdisciplinares que, en general, no presentan los alumnos del primer curso.

La revisión de las preconcepciones que tienen los alumnos en estos temas de interacción ciencia, técnica y sociedad, hacen necesario explicitar claramente algunos puntos de interés en los que nos basamos para el diseño de esta unidad didáctica:

- Las actividades de la ciencia y la técnica constituyen un proceso social, influido por factores culturales, políticos, económicos,...
- El progreso social va unido irremediamente al progreso tecnológico y viceversa, como lo están las dos caras de una misma moneda.
- La reflexión sobre cómo queremos vivir nos aboca a la participación en la toma de decisiones sobre las actividades tecnocientíficas, donde la evaluación de las tecnologías y el control social del tecnosistemas son dos elementos fundamentales.

En definitiva, se trata de desmitificar la ciencia y la tecnología (López, 1997) situándolas en el contexto social en el que se desarrollan, mostrando los valores, intereses y consecuencias sociales que hacen de la ciencia y la tecnología una actividad humana.

Una vez realizados los análisis científico y didáctico de la unidad, las siguientes tareas a realizar son la selección de objetivos, la selección de estrategias didácticas y de evaluación.

### Selección de objetivos

Trataremos de adaptar los conocimientos científicos del tema a las capacidades intelectivas y operatorias de los alumnos de manera que se produzca la consecución de los objetivos didácticos.

Los objetivos que proponemos son:

- Desarrollar una actitud más responsable y respetuosa hacia las opiniones de los demás.
- Potenciar su capacidad de trabajar en grupo.
- Encontrar, tratar y clasificar la información buscada en distintas fuentes sobre el control social del tecnosistema.
- Acrecentar una actitud crítica, razonada y reflexiva sobre los distintos factores implicados en el control social del tecnosistema.
- Valorar la importancia de la participación ciudadana en la toma de decisiones sobre temas científico-tecnológicos.
- Comprender que el desarrollo socioeconómico camina paralelo al progreso tecnocientífico.
- Concienciarse de que la Ciencia es cosa de todos, y por tanto, debemos cuestionarla reflexivamente.
- Adquirir conocimientos sobre la evaluación de las tecnologías y programas I+D.
- Conocer los modelos de interpretación del desarrollo tecnocientífico: el determinismo tecnológico y la construcción social.
- Aplicar los modelos de interpretación a casos concretos (implantación de una incineradora en Lorca).

### Estrategias didácticas

El enfoque CTS engloba en sí mismo una metodología activa en la que la participación del alumno es fundamental en el proceso de E/A: será el propio alumno, quien guiado por el profesor, construya, modifique o amplíe sus propios conocimientos.

Para llevar a cabo estos planteamientos metodológicos hemos seguido una secuencia de enseñanza basada en la planificación y ordenación de actividades, donde comenzando por unas actividades iniciales de carácter motivador y globalizador del tema continuamos con otras de reestructuración de las ideas y aplicación de los conocimientos.

Los materiales elaborados para desarrollar esta secuencia didáctica se corresponden con un programa-guía donde tras unas breves pinceladas teóricas de los distintos contenidos del tema se proponen actividades de aplicación y/o reestructuración.

Es interesante resaltar que la intencionalidad de las actividades propuestas incluye, fundamentalmente, que sean motivadoras para los alumnos, de manera que intentamos que sean de muy diversos tipos, de fácil desarrollo y que traten temas de la actualidad cercana a ellos.

## **SELECCIÓN DE ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

En esta selección nos planteamos el qué, cómo y cuándo evaluar. Para responder al qué evaluar nos proponemos la evaluación por una parte del proceso de aprendizaje de los alumnos y por otra, el desarrollo de la unidad didáctica en el aula.

En cuanto al aprendizaje de los alumnos, partiendo de sus ideas previas veremos cual ha sido el grado de modificación, construcción y/o ampliación de sus conocimientos.

En relación con el desarrollo de la unidad, una preocupación compartida es el grado de motivación alcanzado con las actividades propuestas. En el desarrollo de las actividades se pretende que sea sencillo, de temas diversos y cercanos a los alumnos. También, interesa hacer una valoración de los materiales utilizados para el desarrollo de la unidad en el aula.

En cuanto a cómo y cuándo evaluar, se hará a lo largo de todo el desarrollo de la unidad, desde recabar en las ideas previas a cómo se lleva a cabo la reestructuración y aplicación de los conocimientos. Se propondrán distintas actividades individuales o en pequeños grupos siendo su realización por escrito o en exposición para el resto de la clase. Se propondrán, también exámenes tradicionales, de lápiz y papel.

Finalmente, los instrumentos de evaluación diseñados para recoger la información serán completados con la autoevaluación y coevaluación de los compañeros de clase.

## ALGUNAS CONSIDERACIONES FINALES

Hemos intentado concretar las ideas más relevantes pese a la extensión y complejidad del tema.

- Los contenidos actitudinales son inherentes en las unidades CTS y estos son prioritarios, por su naturaleza, en el desarrollo de esta unidad.
- La motivación de los alumnos se ve incrementada al introducir en la unidad casos actuales, reales y cercanos a ellos.
- Es muy fácil caer en el tecnopesimismo: la tecnología es “mala” y los casos que primero vienen a la memoria son negativos,... Por ello, hemos enfocado las actividades de manera objetiva y crítica donde se tienda al equilibrio. No es la tecnología la que es “mala” sino el uso que se le dé.
- Es necesario que el alumno reflexione sobre cómo quiere vivir y se plantee si es la tecnología la que proporciona lo que la sociedad desea, o por el contrario, es la sociedad la que desea lo que la tecnología proporciona, diferenciando entre calidad y nivel de vida.
- Durante el desarrollo de la unidad se suele producir la evolución del modelo determinista al modelo de construcción social en el que destaca la participación ciudadana en la toma de decisiones.

## REFERENCIAS

- CARPENA, J., y MOYA, E., 1997. El enfoque sistémico en los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad. *Enseñanzas de las Ciencias*. pp. 491-192. Núm. Extra. V Congreso.
- LÓPEZ, J.A., 1997. Ciencia, Tecnología y Sociedad. Crítica académica y enseñanza crítica. Signos. *Teoría y práctica de la educación*, 20. Enero-Marzo, pp. 74-81.
- MEMBIELA, P., 1997. Una revisión del movimiento educativo Ciencia-Tecnología-Sociedad. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (1), 51-57.
- NOVAK, J.D. y GOWIN, D.B., 1988. *Aprendiendo a aprender*. Martínez Roca. Barcelona.
- QUINTANILLA, M.A., 1989. *Tecnología: un enfoque filosófico*. Fundesco. Madrid.
- SÁNCHEZ, G. y VALCÁRCEL, M.V., 1993. Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (1), 33-44.
- SÁNCHEZ, G., DE PRO, A. Y VALCÁRCEL, M.V., 1997. La utilización de un modelo de planificación de unidades didácticas: el estudio de las disoluciones en la educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (1), 35-50.

- SOLBES, J. y VILCHES, A., 1992. El modelo constructivista y las relaciones Ciencia/Técnica/Sociedad (C/T/S). *Enseñanza de la Ciencias*, 10 (2), 181-186.
- VÁZQUEZ, A. y MANASSERO, M.A., 1995. *Actitudes hacia la ciencia y sus relaciones con la tecnología y la sociedad en alumnos de todos los niveles educativos. Memoria final de investigación.* MEC-CIDE. Madrid.